

SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA

V NITRE

TECHNICKÁ FAKULTA

1115626

**VPLYV TECHNIKY NA HODNOTENIE INFILTRAČNEJ
SCHOPNOSTI PÔDY V PODMIENKACH PESTOVANIA
ZEMIAKOV**

2011

Michal FOLKMAN

**SLOVENSKÁ POĽNOHOSPODÁRSKA UNIVERZITA
V NITRE
TECHNICKÁ FAKULTA**

**VPLYV TECHNIKY NA HODNOTENIE INFILTRAČNEJ
SCHOPNOSTI PÔDY V PODMIENKACH PESTOVANIA
ZEMIAKOV**

Bakalárska práca

Študijný program:	Poľnohospodárska technika
Študijný odbor:	4112700 Poľnohospodárska a lesnícka technika
Školiace pracovisko:	Katera strojov a výrobných systémov
Školiteľ:	Ján Jobbágy, Ing. PhD.
Konzultant: (nepovinný)	-

Nitra 2011

Michal FOLKMAN

ČESTNÉ VYHLÁSENIE

Podpísaný Michal Folkman vyhlasujem, že som záverečnú prácu na tému „Vplyv techniky na hodnotenie infiltračnej schopnosti pôdy v podmienkach pestovania zemiakov“ vypracoval samostatne s použitím uvedenej literatúry.

Som si vedomý zákonných dôsledkov v prípade, ak uvedené údaje nie sú pravdivé.

V Senci 20. marca 2011

Michal Folkman

POĎAKOVANIE

Touto cestou vyslovujem poďakovanie pánovi Ing. Jánovi Jobbágyemu, PhD. za pomoc, odborné vedenie, cenné rady a pripomienky pri vypracovaní mojej bakalárskej práce.

Abstrakt (v štátnom jazyku)

Folkman Michal. Hodnotenie infiltračnej schopnosti pôdy v podmienkach pestovania zemiakov. 2011. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. Technická fakulta. Katedra strojov a výrobných systémov. Bakalárska práca, 2011. – Školiteľ: Ján Jobbágy, Ing. PhD. Univerzita v Nitre, 50 strán.

V predkladanej bakalárskej práci sa zameralo na zhodnotenie infiltračnej schopnosti pôdy v podmienkach pestovania vybraných plodín. Na danom pozemku podnik predpokladá pestovať zemiaky. Infiltrácia vody do pôdy je taká vlastnosť pôdy, ktorá hovorí o schopnosti vnikania vody do pôdy. V prvej podkapitole sa zameralo na charakteristiku vybraného poľnohospodárskeho podniku. V ďalšej podkapitole sa popisuje vybraná plodina, rast a vývoj zemiakov. V tretej podkapitole sa popisalo stanovenie potreby závlah, druhy závlah a spôsoby závlah. V predposlednej podkapitole sa popísala voda v pôde a infiltrácia vody do pôdy, charakteristika a spôsoby infiltrácie. V poslednej podkapitole sa popísali merania a zhodnotili výsledky merania infiltrácie s Minidisk infiltrmetrom. Rozloha zameraného pozemku bola 8,7 ha s počtom monitorovacích bodov 14. Pôda bola ílovito-hlinitá. V monitorovacích bodoch sa stanovila „závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnine času“. Ďalej sa stanovila vypočítaná hydraulická vodivosť k . Hodnoty hydraulickej vodivosti boli od $31 \cdot 10^{-5}$ do $125 \cdot 10^{-5}$. Práca so spomínanými infiltrmetrami je jednoduchá a spotreba vody je nízka (do 135 ml). Výsledky merania poslúžia k určeniu protierozného účinku pôdy.

Kľúčové slová: Infiltrácia, pôda, závlaha, poľnohospodárstvo.

Abstrakt (v anglickom jazyku)

Folkman, Michal. Evaluation of the infiltration capacity of soil in the conditions of cultivation of potatoes. 2011. Slovak University of Agriculture in Nitra. Faculty of Engineering. Department of production equipment and systems. Bachelor work, 2011. – Advisor: Ján Jobbágy, Ing. PhD. University in Nitra 2011, 50 pgs.

Submitted bachelor work focuses on the evaluation of the infiltration capacity of soil in the conditions of cultivation of the selected commodities. On the given location, the corporation supposes to cultivate potatoes. Infiltration of the water into soil is such a characteristic of the soil which speaks about an ability to transmit water into soil. In the first sub-chapter is given a characteristic of the selected agriculture corporation. In the following sub-chapter is described a selected commodity, growth and development of potatoes. In the third sub-chapter is described the designation of the need of irrigation, types of irrigation and ways of irrigation. In the penultimate sub-chapter is described water in the soil and infiltration of water into the soil, characteristics and ways of infiltration. In the last sub-chapter are described measurements and were evaluated the results of the measurement of infiltration with a Minidisc infiltrmeter. Extent of the plot was 8,7 ha with the number of monitored points 14. The soil was clayey-argillaceous. In the monitored points was determined „dependability of cummulative infiltration of water on the radical of time“. Further was determined calculated hydraulic conductivity, K . Amounts of hydraulic conductivity were from $31 \cdot 10^{-5}$ to $125 \cdot 10^{-5}$. The work with the mentioned above infiltrmeters is simple and water consumption is low (until 135 ml). Results of measurement will serve for the determination of an anti-erosive effect of the soil.

Key words: Infiltration, Soil, Irrigation, Agriculture.

OBSAH

Čestné vyhlásenie	2
Pod'akovanie.....	3
Obsah	5
Zoznam ilustrácií a tabuliek	1
Zoznam skratiek a značiek.....	2
Úvod	9
1 Cieľ práce.....	10
2 Metodika práce.....	11
3 Výsledky práce	15
3.1 Charakteristika podniku Černay	15
3.1.1 Investície do závlah a modernizácia firmy	16
3.1.2 Technika, sklady a doprava.....	18
3.2 Zemiaky v poľnohospodárstve	20
3.2.1 Charakteristika plodiny	20
3.2.2 Rast, vývoj zemiakov a vegetačné faktory	21
3.3 Závlahy v poľnohospodárstve	23
3.3.1 Stanovenie potreby vlahy pre rastliny.....	23
3.3.2 Druhy závlah.....	24
3.3.3 Spôsoby závlah	25
3.3.4 Závlahový režim zemiakov.....	25
3.3.5 Technika na zavlažovanie	26
3.4 Voda v pôde a Infiltračná schopnosť pôdy.....	31
3.4.1 Voda v pôde	31
3.4.2 Infiltrácia vody do pôdy.....	32
3.4.2.1 Infiltrácia do homogénnej pôdy	33
3.4.2.2 Infiltrácia vody do nehomogénnej pôdy	37
3.4.3 Metódy merania infiltrácie.....	38
3.4.4 Vplyv zhutňovania pody na jej infiltračné vlastnosti	38
3.5 Praktické merania v poľnohospodárskom podniku	39
4 Záver.....	42
5 Zoznam použitej literatúry.....	43
6 Prílohy	45

ZOZNAM ILUSTRÁCIÍ A TABULIEK

Obrázok 1 Navigátor GPS eMAP (Navigátor1, 2011)	12
Obrázok 2 Infiltrometer Minidisk (Infiltrometer2, 2011)	13
Obrázok 3 Zemiak (Zemiak2, 2010)	22
Obrázok 4 Spôsoby závlah (Jobbágy, Simoník, 2009)	25
Obrázok 5 Závlahové stroje (Jobbágy, Simoník, 2009)	27
Obrázok 6 KOMET TWIN 140 PLUS (Zavlažovač1, 2011)	28
Obrázok 7 Kanálové napájanie (Zavlažovač2, 2011)	29
Obrázok 8 Hadicové napájanie, 4 kolesová a 2 kolesová centrálna jednotka (Zavlažovač2, 2011)	30
Obrázok 9 Centerliner CLS a Centerliner CLE (Zavlažovač3, 2011)	30
Obrázok 10 Konzola na pásový zavlažovač (Zavlažovač4, 2011)	31
Obrázok 11 Voda v pôde	32
Obrázok 12 Infiltračná čiara $v_i = f(t)$ a čiara kumulatívnej infiltrácie $i = f(t)$	34
Obrázok 13 Infiltračná čiara $v_i = f(t)$ a čiara kumulatívnej infiltrácie $i = f(t)$ pre infiltráciu zo zrážky alebo závlahy (Velebný a i., 2000)	34
Obrázok 14 Rozdelenie vlhkosti počas infiltrácie vody z brázdy do piesku, hlinitej a ílovej pôdy (Velebný a i., 2000)	36
Obrázok 15 Ortofotomapa záujmového územia	40
Obrázok 16 Zameraný pozemok a poloha monitorovacích bodov	40
Obrázok 17 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 1)	41
Obrázok 18 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 2)	46
Obrázok 19 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 3)	46
Obrázok 20 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 4)	46
Obrázok 21 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 5)	47
Obrázok 22 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 6)	47
Obrázok 23 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 7)	47
Obrázok 24 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 8)	48
Obrázok 25 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 9)	48
Obrázok 26 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 10)	48
Obrázok 27 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 11)	49
Obrázok 28 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 12)	49
Obrázok 29 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 13)	49
Obrázok 30 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocniny času (Bod 14)	50
Tabuľka 1 Dlhodobý priemer teplôt a zrážok v regióne (Černay6, 2010)	17
Tabuľka 2 Strojový park (Černay7, 2010)	18
Tabuľka 3 Doprava (Černay9, 2010)	19
Tabuľka 4 Priemerné hodnoty obsahu významných látok v zemiakovej hľuže (Zemiak2, 2010)	20
Tabuľka 5 Hydraulická vodivosť k v jednotlivých monitorovacích bodoch	41

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

A	- plocha cez ktorú presakuje voda,	m^2
Af	- van Genuchtenov parameter pre daný typ pôdy,	
C ₁	- parameter funkcie súvisiaci s hydraulickou vodivosťou,	$m.s^{-1}$
C ₂	- parameter funkcie má vzťah k sorpčnej schopnosti pôdy,	$m.s^{-1/2}$
dV	- objem vody,	m^3
I	- kumulatívna infiltrácia	
k	- hydraulická vodivosť pôdy	
MPSR	- Ministerstvo pôdohospodárstva Slovenskej republiky	
napr.	- napríklad	
PVK	- poľná vodná kapacita	
str.	- strana	
t	-čas	
tj.	- to je	
vi	- rýchlosť infiltrácie,	$cm.min^{-1}$

ÚVOD

Daná práca sa venuje hlavne infiltračnej schopnosti pôdy v podmienkach pestovania zemiakov. Venujeme sa v nej aj samotným zemiakom ako poľnohospodárskej plodine. Podrobnejšie sa snažíme rozobrať infiltračné vlastnosti pôdy ako aj spomenúť rôzne vplyvy na tieto schopnosti. Ďalej sa v práci venujeme aj závlahám a rôznym formám závlah.

V dnešnej dobe sa jej venuje už väčšia pozornosť. Musíme sa usilovať, aby každý pochopil vážnosť tohto problému. Každý poľnohospodár by sa mal snažil pri práci na poľnohospodárskych pozemkoch využívať čo najlepšie kombinácie strojov tak, aby minimalizovali počet prejazdov po pozemku, ktorými znižujú infiltračnú schopnosť pôdy. Taktiež by bolo vhodné využívať viac závlahové systémy, ktoré by zabezpečili vyššiu produkciu poľnohospodárskych plodín, v našom prípade zemiakov.

1 CIEĽ PRÁCE

Cieľom bakalárskej práce je zhodnotenie infiltračnej schopnosti pôdy v podmienkach pestovania vybranej plodiny. Predpokladanou pestovanou plodinou na danom pozemku budú zemiaky. Ďalej bude cieľom práce charakterizovať vybranú plodinu – zemiaky, popísať závlahovú techniku používanú v podmienkach Slovenskej republiky. V neposlednom rade sa charakterizuje infiltračná vlastnosť pôdy a na zameranom pozemku vo vybranom poľnohospodárskom podniku sa v monitorovaných bodoch uskutoční aj praktické meranie infiltračnej schopnosti pôdy.

2 METODIKA PRÁCE

Na základe stanoveného cieľa práce sa zvolila metodika, ktorú je možné zapísať do nasledovných bodov:

1. Charakteristika poľnohospodárskeho podniku

Charakteristika poľnohospodárskeho podniku, na ktorom sa budú realizovať poľné merania sa zameria na nasledovné kritéria:

- všeobecná charakteristika,
- investície do závlah a modernizácia firmy,
- používaná technika, sklady a doprava.

2. Charakteristika zemiakov

Pri spracovávaní charakteristiky vybranej plodiny sa zameriame na nasledovné body:

- všeobecná charakteristika,
- rast, vývoj plodiny a vegetačné faktory.

3. Charakteristika a rozdelenie závlahovej techniky

Spracovanie tretej kapitoly sa vykoná podľa nasledovných bodov:

- všeobecná charakteristika závlah,
- stanovenie potreby vlahy pre rastliny,
- druhy závlah,
- spôsoby závlah,
- závlahový režim zemiakov,
- technika na zavlažovanie.

4. Voda v pôde a infiltračná schopnosť pôdy

Podkapitola sa zameria na nasledovné odvetvia:

- voda v pôde,
- infiltračná schopnosť pôdy.

5. Praktické merania v poľnohospodárskom podniku.

V spolupráci s poľnohospodárskym podnikom sa určí pozemok, na ktorom sa vykonajú praktické merania. Výber bude závisieť od týchto kritérií:

- veľkosť pozemku,
- svahovitosť pozemku,
- pestovaná plodina – potreba závlahy.

Na **určovanie hraníc** pozemku bude použitý ručný satelitný navigačný prístroj - navigátor GPS eMAP (výrobca Garmin, **obrázok 1**). Po nastavení potrebných funkcií na prístroji GPS eMAP je treba obísť hranice sledovaných pozemkov a získané údaje potom uložiť.

Rozmiestnenie bodov z ktorých je treba odoberať vzorky, budú stanovené výberom na základe veľkosti pozemku.



Obrázok 1 Navigátor GPS eMAP (Navigátor1, 2011)

V jednotlivých monitorovacích bodoch sa stanoví infiltrácia vody do pôdy so zavedením zásad presného poľnohospodárstva.

Existuje niekoľko metód hodnotenia infiltrácie vody do pôdy (napr. meranie infiltrácie pomocou dvoch sústredených valcov, meranie dažďovým simulátorom). Jednou z nich je meranie pomocou infiltrometrov. Prístroj zaistí rýchle a pohodlné meranie pôdnej hydraulickej vodivosti. Infiltrimeter je zložený z polykarbonátovej trubice o priemere 31 mm a výške 327 mm. Trubica je rozdelená na dve časti. Nastaviteľná oceľová trubka je v hornej časti trubice.

Minidisk infiltrometer (**obrázok 2**) je veľmi jednoduchý a malý s nízkou náročnosťou na obsluhu. Výhodami tohto infiltrometra je jeho malá spotreba vody v porovnaní s inými metódami (približne 135 ml na jedno meranie) a obsluha iba jedným človekom. Infiltrometer sa skladá z polykarbonátovej trubky s priemerom 31 mm a výške 327 mm, ktorá je rozdelená na dve časti. Obe časti sa naplnia vodou. Vrchná časť slúži na nastavenie sania vzduchu. Voda naplnená do spodnej časti sa cez polopriepustnú nerezovú membránu na dne trubky infiltruje do pôdy. Nasávanie vzduchu môžeme nastaviť podľa typu pôdy. Na spodnej časti trubky infiltrometra je stupnica, na ktorej sa po 30 sekundách odpočíta hodnota objemu vody v ml. Namerané výsledky sa spracujú v počítači. Pre meranie je dôležité vybrať vhodné miesto na meranie. Dôležitým predpokladom je meranie na povrchu pôdy bez puklín. Po vybraní vhodného miesta musíme starostlivo pripraviť povrch pôdy na meranie, ktoré musí byť rovné a hladké, aby celá plocha membrány bola v styku s povrchom pôdy. (Infiltrometer1, 2010)



Obrázok 2 Infiltrometer Minidisk (Infiltrometer2, 2011)

Hydraulická vodivosť pôdy je definovaná ako „ koľko metrov denne vody presiakne do pôdy smerom dole a to gravitačne alebo jednotkou tlakového spádu (Kirkham, 2005).

Pre výpočet hydraulickej vodivosti pôdy existuje mnoho metód. Zhang (1997) určil jednoduchú metódu pre infiltráciu vody do pôdy a výpočet hydraulickej vodivosti

pôdy. Metóda si vyžaduje meranie kumulatívnej infiltrácie v závislosti na čase a určenie výsledku podľa funkcie:

$$I = C_1 t + C_2 \sqrt{t} \quad (1)$$

kde:

C_1 - parameter funkcie súvisiaci s hydraulickou vodivosťou, m.s^{-1}

C_2 - parameter funkcie má vzťah k sorpčnej schopnosti pôdy, $\text{m.s}^{-1/2}$

Hydraulická vodivosť pôdy k sa vypočíta pomocou funkcie:

$$k = \frac{C_1}{A_f} \quad (2)$$

kde:

C_1 - je stúpanie krivky kumulatívnej infiltrácie v závislosti od druhej odmocniny času.

Hodnota A_f je van Genuchtenov parameter pre daný typ pôdy (výrobca udáva hodnoty v manuály). Je závislý od nastavení trubičky vo vrchnej časti trubice.

Po vypočítaní hydraulickej vodivosti k v každom monitorovacom bode sa zostrojí tzv. mapa hydraulickej vodivosti pôdy.

3 VÝSLEDKY PRÁCE

3.1 Charakteristika podniku Černay

Základné informácie o poľnohospodárskom podniku sú nasledovné (Černay1, 2010):

- majiteľ firmy: Zdenek Černay – samostatne hospodáriaci roľník
- sídlo firmy: Senec, Slovensko
- miesto produkcie: Senec, Bernolákovo, Boldog, Veľký Biel, Malý Biel, Čataj
- výmera: 1297 ha
- činnosť: pestovanie zemiakov, cibule, obilnín, olejní, kukurice, pozberová úprava, balenie, skladovanie, poľnohospodárske služby
- zamestnanci: 31
- odberatelia: obchodné reťazce, veľkosklady zeleniny, Zemiakárske obchodné družstvo

Samostatne hospodáriaci roľník Zdenek Černay má modernú a dynamickú poľnohospodársku firmu, ktorá obrába 1297 ha vysoko úrodnej poľnohospodárskej pôdy. Chotár firmy sa nachádza na Podunajskej nížine v katastrálnych územiach mesta Senec a blízkych obcí Bernolákovo, Boldog, Veľký Biel, Malý Biel, Čataj. Firma sa špecializuje na pestovanie zemiakov, obilnín, olejní, cibule, osivovej kukurice. Nosným programom je pestovanie zemiakov. Je zakladajúcim členom Zemiakárskeho obchodného družstva, prostredníctvom ktorého predáva svoju produkciu zemiakov, cibule a zeleniny. Stabilne dosahuje špičkové úrody a vysokú kvalitu pestovaných plodín. Farma Zdenka Černaya dopestovanú produkciu aj triedi, čistí, skladuje, balí a rozváža vlastnými kamiónmi k odberateľom. Zdenek Černay je výkonným producentom poľnohospodárskych plodín a spoľahlivým dodávateľom schopným zásobovať obchodné reťazce a veľkosklady zeleniny veľkými objemami zemiakov a zeleniny v požadovanom sortimente, kvalite, balení aj čase (Černay2, 2010).

Zdenek Černay začal podnikat' na pôde v roku 1992. V prvom roku svojho podnikania obrábal 13 ha pôdy. Pestoval cesnak, postupne pridával ďalšie plodiny pšenicu, jačmeň, kukuricu, zemiaky, cukrovú repu, slnečnicu, repku olejnú, horčicu, cibuľu. Z roka na rok razantne zvyšoval výmeru poľnohospodárskej pôdy. V roku 2009 hospodáril už na výmere 1297 ha (Černay3, 2010).

3.1.1 Investície do závlah a modernizácia firmy

V okolí Senca sú úrodné, ale vysychavé pôdy. Zemiaky, kukurica, cukrová repa, slnečnica sú plodiny vyžadujúce doplnkovú závlahu. Preto bolo nevyhnutné investovať do závlah. Dnes sa vysokovýkonné zavlažovacie zariadenia využívajú na výmere 955 ha, teda na takmer troch štvrtinách celkovej obhospodarovanej pôdy (Černay3, 2010).

Moderné zavlažovacie zariadenia umožňujú využiť potenciál úrodnej Podunajskej nížiny. V súčasnosti farma zavlažuje takmer 75 % výmery ornej pôdy čo predstavuje 955 ha. Práve závlahy sú rozhodujúcim faktorom pri zvyšovaní úrodnosti, kvality dopestovaných plodín a rastu konkurencieschopnosti firmy (Černay4, 2010).

Zavlažovacie zariadenia (Černay4, 2010):

- 30 pásových zavlažovačov
- dve veľkokapacitné čerpadlá 3000 l/min

Ako prvý na Slovensku dosiahol Černay s využitím závlah 40 - 50 tonové úrody zemiakov. Voda a precízna agrotechnika stabilizovala úrody nielen zemiakov, ale aj ďalších plodín. Výborné sú úrody a kvalita obilnín 6 - 7 t, osivovej kukurice a cibule 45 t (Černay3, 2010).

Zdenek Černay investoval do rekonštrukcii a modernizácií výrobných priestorov. Vybavil ich modernými technológiami, ktoré mu dovoľujú úspešne zvládnuť všetky pracovné operácie od prípravy pôdy, sejby a zberu plodín, až po uskladnenie a zabalenie produkcie. Používa techniku šetrnú k životnému prostrediu. To mu umožňuje rozširovať služby pre iných poľnohospodárov pri príprave pôdy, sejbe, zbere aj uskladnení produkcie. Dnes je farma Zdenka Černaya jedným z najintenzívnejšie a najproduktívnejšie hospodáriacich podnikov v rastlinnej výrobe na území Slovenska (Černay3, 2010).

Podunajská nížina, na ktorej Zdenek Černay hospodári, je jednou z najteplejších oblastí Slovenska s najväčším množstvom slnečných dní. Ročné zrážky tu dosahujú 520 - 550 mm, ale sú v priebehu roka nerovnomerne rozložené. Obhospodarovaná pôda leží v katastrálnych územiach piatich obcí s rôznou bonitou pôdy. Sú tu ľahké piesočnaté pôdy vhodné pre pestovanie zeleniny, aj pôdy stredne ťažké a ťažké. Priepustné pôdy ľahko prijímajú vlahu, takže ani privalové dažde nespôsobujú zlievanie povrchu ani

vymočenje kultúr stojatou dažďovou vodou. Prírodné podmienky pri správnom závlahovom režime umožňujú produkovať stabilnú a kvalitnú úrodu (Černay5, 2010).

Charakteristika pôdy (Černay5, 2010):

- pôdny typ: lužno-nívné pôdy
- pôdny druh: piesočnato-hlinité, stredné až ťažké, ťažké hlinité pôdy
- obsah humusu: vysoký
- zásoby živín: vysoké až veľmi vysoké (Mg), dobré až veľmi dobré (K a P)
- pôdna reakcia: neutrálna až mierne alkalická
- Ph: 7 – 7,4
- hĺbka ornice: 30 – 40 cm
- podorničie: piesočnaté, 60–150 cm s prechodom do hrubozrnného štrku

Klimatické ukazovatele (Černay6, 2010):

klimatická oblasť	teplá, suchá s miernou zimou a dlhým slnečným svetom
výrobná oblasť	kukuričná
slnečný svit za rok	1803 hodín
slnečný svit za vegetáciu	1294 hodín
suma teplôt za vegetáciu	2970 °C
priemerná ročná teplota	9,6 °C
priemerná teplota za vegetáciu	16,2 °C
zrážky za vegetáciu	313 mm
zrážky za rok	529 mm

Tabuľka 1 Dlhodobý priemer teplôt a zrážok v regióne (Černay6, 2010)

Mesiac	Teplota °C	Zrážky v mm
Apríl	9,9	37
Máj	14,6	46
Jún	18,3	72
Júl	19,8	66
August	19,2	58
September	15,3	33

3.1.2 Technika, sklady a doprava

Firma je technicky a technologicky plne porovnateľná so západnými farmami. Dosahuje ako v Rakúsku priemerne z hektára 6 tonové úrody obilnín, tak ako v Holandsku zberá po 40 ton zemiakov. Oproti tamojším farmárom je však farma mnohonásobne väčšia a preto je produktívnejšia. Produktivita práce prekračuje 73 tisíc eur na pracovníka (Černay7, 2010).

Tabuľka 2 Strojový park (Černay7, 2010)

Traktory	John Deere 6120
	John Deere 6130
	John Deere 6220
	John Deere 6320
	John Deere 6630
	John Deere 6920
	John Deere 8210
	John Deere 8330
	Massey Ferguson (200 hp)
	Fendt 297 Vario
Kombajny	John Deere 9640
	John Deere 9660
	Claas 560
Stroje na obrábanie pôdy	vyorávač cukrovej repy Holmer
	2 vyorávače zemiakov Grime SE 160
	vyorávač zemiakov GZ 1700 DSL
	diskový podmietač Gregoire Besson
	diskový podmietač STROM Preciser
	8 - radličný pluh Raabe
	7 - radličný pluh OPALAGRI
	7 - radličný pluh KUHN
	2 frézy Grime na oborávanie zemiakov
	fréza 2-riadková
	2 drviče cibulovej vňate
	2 vyorávače cibule
	kompaktor STROM - 6 m záber
Postrekovače samohybný postrekovač	Matrot Maestria
	ťahany postrekovač KUHN
Sejačky	John Deere - minimalizačná s 6m záberom
	sejačka na kukuricu a slnečnicu 750 A s 6m záberom
	Monosem na cukrovú repu, 8 riadková s prihnojovaním
	2 sadzače zemiakov Grime 4-riadkové
	sadzač zemiakov Grime 2-riadkový

Moderné a výkonné stroje využívajú na (Černay, 2010):

- jarnú a jesennú základnú prípravu pôdy
- hnojenie priemyselnými hnojivami
- jarnú a jesennú sejbu
- postrekovanie počas vegetácie chemickými prípravkami
- zavlažovanie
- zber a odvoz

V roku 2009 pribudli nové sklady na uskladnenie 8000 t zemiakov, 5000 t obilnín a 2000 t cibule. Zdenek Černay disponuje dvoma nezávislými technologickými linkami na úpravu dopestovaných plodín. Jedna slúži na čistenie a pranie zemiakov, druhá na skladovanie a balenie produkcie. Pozberové technológie dopĺňa kompletná linka na balenie cibule. Pri výstavbe nových skladov sa kládol dôraz aj na príjemné pracovné prostredie pre zamestnancov. Dôkazom sú čisté šatne, malá jedáleň na rýchle občerstvenie, prístroje na čerstvú vodu tiež nevyhnutné v letných horúčavách (Černay8, 2010).

Zdenek Černay disponuje 6 kamiónmi a 6 veľkokapacitnými návesmi, vďaka čomu je schopný operatívne zásobovať obchodné reťazce, veľkosklady a iných odberateľov na Slovensku, v Čechách a v Rakúsku (Černay9, 2010).

Tabuľka 3 Doprava (Černay9, 2010)

Kamióny	Scania - ťahač + náves chladnička 24 t
	Scania - ťahač + náves Legras na prepravu obilnín
	Volvo - ťahač + náves mraznička 24 t
	Volvo - ťahač + náves mraznička 24 t
	Mercedes - mraznička 18 t
	Scania - ťahač a sklápací náves 24 t
Veľkokapacitné návesy	JOSKIN 18 t
	JOSKIN 24 t
Vleky	2 veľkokapacitné 16 t vleky na prepravu zemiakov
Manipulátory	3 teleskopické manipulátory Manitou 741

3.2 Zemiaky v poľnohospodárstve

Podľa archeologických nálezov sa dá predpokladať, že zemiaky boli domestikované v oblasti dnešného Peru približne pred 4 až 5 tisícami rokov. O rozšírenie zemiakov v Európe sa postarali Španieli. Pestovali ju ako vzácnu záhradnú okrasnú a liečivú kvitnúcu rastlinu. Prvá zmienka na Slovensku pochádzala od mnícha Cypriána z Červeného Kláštora, neskôr z územia Spiša, Veľkej Lesnej a Liptova. Pôvodnou oblasťou výskytu zemiakov sú podhorské a horské oblasti Ánd v dnešnom Peru. V súčasnosti sa pestujú ako poľnohospodárska plodina prakticky na celom svete s výnimkou tróпов, arktických a subarktických oblastí (Zemiak1, 2010).

3.2.1 Charakteristika plodiny

Luľok zemiakový rastie ako bylina s hranatou, bohato rozvetvenou stonkou, priamou alebo poliehavou, porastenou krátkymi chlpkami. Dorastá do výšky 60 až 100 cm, výnimočne až 1,5 m. Listy sú striedavé, mierne ochlpené, s drobnými žliazkami, stopkaté, pomerne veľké, 30 až 50 cm dlhé. Kvety sú najčastejšie biele, ružové alebo fialové so sýto žltými až oranžovými peľnicami. Plody sú zelené alebo žltozelené bobule s priemerom 2 až 4 cm obsahujúce biele semená. Podzemná časť je charakteristická zväzkovitými koreňmi s hľuzami rozličných elipsoidných až nepravidelných tvarov, najčastejšie s okrovo žltou až svetlohnedou, u niektorých kultivarov červenou až červenofialovou pokožkou (Zemiak1, 2010).

Tabuľka 4 Priemerné hodnoty obsahu významných látok v zemiakovej hľuže (Zemiak2, 2010)

Látka	Obsah	
	v pôvodnej hmote(%)	v sušine (%)
Voda	76,3	-
Sušina	23,7	-
Škrob	17,5	73,8
Celkový cukor	0,5	2,1
Hrubé dusíkaté látky	2,0 (Nx6,25)	8,4
Celkový tuk	0,1	0,4
Celkový popol	1,1	4,6
Vitámín C	15,000 mg %	63,6 mg %
Thiamin (B1)	0,110 mg %	0,4 mg %
Riboflavin (B2)	0,051 mg %	0,2 mg %
Solanin	7,5mg %	35 mg %

3.2.2 *Rast, vývoj zemiakov a vegetačné faktory*

Fázy rastu možno rozdeliť do nasledovných bodov (Zemiak2, 2010):

1. rast klíčkov a koreňového systému, objavujú sa prvé listy nad zemou,
2. rast listov, koreňov (40 – 60 % z hmoty vňate) zakladanie stolonov,
3. rast všetkých orgánov a nasadenie hľúz (20 – 25 dní po vzídení), zakladanie kvetných púčkov,
4. intenzívny rast orgánov vňate, koreňov (zasahujúcich do hĺbky asi 20 – 30 cm, ojedinele i do 150 cm) a hľúz, začiatok kvitnutia,
5. maximálna tvorba biomasy nadzemnej časti, intenzívny rast hľúz a obmedzený rast koreňov,
6. pokles hmoty nadzemnej časti i koreňov a zväčšovanie biomasy hľúz (za 1 deň u veľmi skorých, u skorých a stredne skorých odrodách sa vytvorí až 700 kg na 1 ha, u neskorých 300 – 500 kg/ha),
7. hmotnosť biomasy hľúz dosahuje u našich odrodách 63 – 79 % z biomasy celej rastliny.

Svetlo

Viditeľné svetlo (v rozsahu vlnových dĺžok 400 – 7500 nm) je dôležitým faktorom prostredia pre rast a vývoj rastlín. Rastliny sú schopné rozoznať dĺžku dňa a noci čo sa nazýva fotoperiodizmus, čo má rozhodujúci význam pri rôznych vývojových procesoch rastlín. Z hľadiska tvorby kvetu a vňate je zemiak rastlina dlhého dňa (16 hodín) a z hľadiska tvorby hľuzy krátkeho dňa (8 hodín) (Zemiak2, 2010).

Teplota

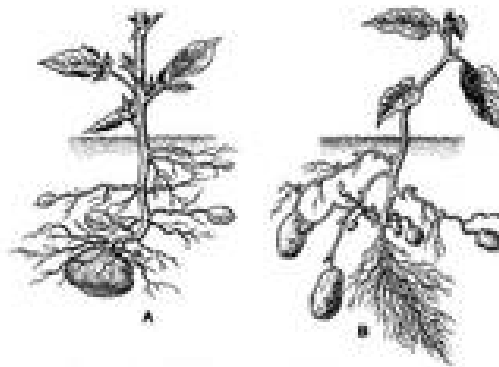
Zemiaky sú k zmenám teploty veľmi citlivé. Pre klíčenie vyžadujú hľuzy priemernú teplotu a prístup vzduchu, ale nie sú tak závislé na množstve vlhky v pôde. Rast klíčkov po výsadbe na poli prebieha už pri 8 – 10°C, ale vyššie teploty urýchľujú vzchádzanie. Optimálna teplota pre klíčenie hľúz je 15 – 20°C. Vňať začína rásť pri teplote 5 – 6°C. Najrýchlejšie rastie pri 20 – 25°C, a pri teplote nad 30°C sa jej rast zastavuje. Teplota 40°C poškodzuje pletivá nadzemných častí rastlín. Rast hľúz brzdí teplota pôdy nad 20°C v období kvetu a pri teplote pod 6°C sa rast hľúz zastavuje. Hľuzy odumierajú pri dlhodobých teplotách nad 40°C (Zemiak2, 2010).

Voda

Zemiaky majú stredne veľké nároky na vlahu. Sú citlivé na rozdelenie zrážok počas roka. Optimálna vlaha pôdy závisí na odrode, fáze rastu, výžive, teplote a ďalších faktoroch. Nízka vlhkosť pôdy v období od sadenia hľúz až po vzídenie rastlín pôsobí na výnos hľúz priaznivo. Od fázy tvorby púčikov až po zrelosť porastu sú rastliny citlivé na nedostatok pôdnej vlahy. Na ľahkých až stredných pôdach je najlepšie zabezpečiť 70 % plnej vodnej kapacity (tj. 70 % pórov v pôde obsahuje vodu a 30 % obsahuje vzduch počas celej doby vegetácie). Čím je pôda ťažšia tým je táto hodnota nižšia cca 50 %. Nároky zemiakov môžeme vyjadriť niekoľkými spôsobmi. Napríklad transpiračným koeficientom, tj. spotrebou vody v kilogramoch na vytvorenie 1 kg sušiny biomasy rastliny. Táto hodnota sa pohybuje v rozpätí od 260 – 530. Iný ukazovateľ udáva spotrebu vody na vytvorenie 1 kg sušiny pozbieraných hľúz. Na pieskovej pôde sa pohybuje v rozmedzí 523 – 614 kg, na hlinitej pôde od 333 – 534 kg (Zemiak2, 2010).

Vzduch

Kvalita vzduchu v pôde ovplyvňuje rast koreňov. Zloženie nadzemného vzduchu a jeho čistota ovplyvňuje rýchlosť fotosyntézy a dýchania ale aj transpiráciu rastlín (Zemiak2, 2010).



Obrázok 3 Zemiak (Zemiak2, 2010)

Pôda

Typické pôdy pre zemiaky sú ľahké až stredné s priepustnou spodinou. Piesčitá pôda je vhodná ak obsahuje 8 – 10 % ílovitých častí a humusu. Hlinitopiesočné pôdy

s obsahom 10 – 20 % ílovitých častí sú dobré čím sú hlbšie a dolu vlhšie. Ťažšie pôdy sú menej vhodné, kvôli hmotnosti a vlhkosti (Zemiak2, 2010).

Zemiakom vyhovuje chladnejšie a vlhké podnebie ako je sever Európy a USA, v Rusku. Zemiaky však neznášajú mrazy, pri dlhotrvajúcich teplotách mierne pod bodom mrazu hľuzy zmrznú. Hľuzy sa prebúdajú pri teplotách okolo 6 °C, pre ďalší rast sú optimálne denné teploty okolo 20 °C a nočné teploty okolo 15 °C. Zemiaky sú pomerne nenáročné na typ pôdy, nevyhovujú im však pôdy príliš zamokrené, nehumózne naviate piesky a pre strojový zber sa tiež nehodia príliš kamenité pôdy (Zemiak1, 2010).

3.3 Závlahy v poľnohospodárstve

„Pod závlahou v poľnohospodárstve rozumieme melioračné opatrenie, ktorým sa uskutočňuje navlaženie pôdy, porastu, alebo prízemnej vrstvy vzduchu, aby sa dosiahla optimalizácia produkčného systému pri získaní vysokých a stálych hektárových úrod v rastlinnej výrobe.“ (Jobbágy, Simoník, 2009, str. 8)

Voda patrí medzi základné časti zloženia pôdy ako organickej hmoty. Doplňenie vody do pôdy vykonáme pomocou zavlažovania. Voda veľmi výrazne ovplyvňuje fyzikálnu, chemickú a biologickú činnosť pôdy. Fyzikálne vlastnosti pôdy sa vplyvom zmeny jej vlhkosti menia. Nedostatok, ale aj nadbytok vody nepriaznivo ovplyvňuje štruktúru, pórovitosť stavu a veľkosť pôdnych agregátov, tepelný režim pôdy, atď. Optimálne množstvo vody v pôde je určené podielom nasýtenia PVK (Jobbágy, Simoník, 2009).

„Poľnou vodnou kapacitou PVK - sa rozumie schopnosť pôdy udržať v sebe určité množstvo vody.“ (Jobbágy, Simoník, 2009, str.8)

3.3.1 Stanovenie potreby vlahy pre rastliny

Pri stanovení závlahového režimu a skutočnej zásoby pôdnej vlahy je treba určiť medzné hodnoty zásoby pôdnej vlahy – tzv. hydrolimity. (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009, str. 168)

Najčastejšie sa stretávame v závlahovej praxi s týmito troma základnými hydrolimitmi (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009):

Poľná vodná kapacita – PVK – je to maximálne množstvo vody viazané kapilárnymi. Túto jav nastáva v čase po dažďoch alebo po závlahách, ktoré vykryli

predchádzajúci deficit v zásobe pôdnej vlhky. Tento stav je krátkodobý. Hodnoty PVK sa zisťujú veľmi náročným meraním alebo sa zistí s dostatočnou presnosťou zo zrnitostného zloženia pôdy.

Bod vädnutia – BV – je to stav, keď pôda stratila dostatočnú vlhkosť a rastlina má obmedzený vývoj. Sily pútajúce pôdnu vlhku sú väčšie ako sacia sila koreňového systému rastlín.

Vymeniteľná vodná kapacita – VVK – je to rozdiel medzi PVK a BV. Výsledok je v percentách.

3.3.2 Druhy závlah

Závlahy rozdeľujeme do troch základných skupín (Jobbágy, Simoník, 2009):

Doplnková závlaha:

Cieľom je doplniť chýbajúce množstvo vody a tým vytvoriť optimálne vlhkosťné podmienky. Závlahu realizujeme počas vegetácie, prípadne pred jej začiatkom. Využitie je napríklad na pozemkoch s hlbokou hladinou podzemnej vody. Pri tomto druhu závlahy je najlepšie sa riadiť vlhkosťným rozborom pôdneho profilu a nárokmi rastliny.

Hnojivá závlaha:

Hnojivou závlahou dopĺňujeme do pôdy živiny a vodu. Hnojivá závlaha sa uskutočňuje hlavne mimo vegetačného obdobia, kde sa voda zmiešava s močovkou, hnojovicou, tekutým hnojom, atď. Počas vegetácie sa používajú menšie koncentrácie priemyselných hnojív. Podmienkou pre použitie daného druhu závlah je technické prispôsobenie zavlažovača.

Špeciálna závlaha:

Sledujeme u nej špeciálny účel, ako je napríklad oteplenie pôdy, ochrana proti jarným mrazom, boj proti burinám alebo živočíšnym škodcom, vyplavovanie škodlivých solí z pôdy, očistenie odpadovej vody, zvýšenie vlhkostí a zníženie teploty vzduchu.

Rozdeľujeme ich:

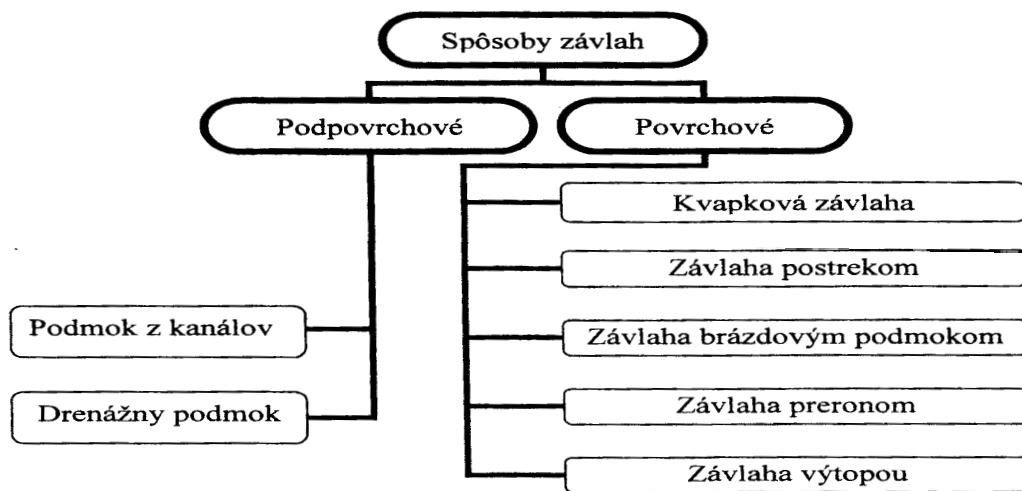
- a) klimatizačná - meníme mikroklimu porastu a tým ho chránime.

Poznáme: - protimrazovú,
- letnú vegetačnú,

- b) melioračná - úprava pôdy, pH (vyplavovanie solí z pôdy),
- c) dezinfekčná a dazinsekčná - ničíme buriny, choroby a škodcov.

3.3.3 Spôsoby závlah

Podľa smeru postupu vody do aktívnej vrstvy pôdy a podľa zariadenia, ktorým závlahu zabezpečujeme rozoznávame povrchové a podpovrchové spôsoby závlah (obrázok 4). Prvým spôsobom je závlaha výtopou (pestovanie ryže). Pri povrchovej závlaha je voda privádzaná na pôdu vzduchom (postrek), alebo súvislou vrstvou vody. Podpovrchová závlaha privádza vodu do pôdy cez drenáž uloženú pod povrchom, alebo kanálmi (Jobbágy, Simoník, 2009).



Obrázok 4 Spôsoby závlah (Jobbágy, Simoník, 2009)

3.3.4 Závlahový režim zemiakov

Zemiaková hľuza obsahuje nielen dostatok živín, ale aj zásoby vody pre prvé obdobie rastu. Podľa skúseností z pokusov, predklíčované zemiaky pred 10. májom vyžadujú zavlažovanie iba v najjužnejších oblastiach Slovenska a na veľmi ľahkých pôdach. Vo väčšine rokov zvýšená požiadavky na vodu začínajú až po 10. máji. Toto obdobie sa zhoduje s obdobím objavenia kvetných pukov a začiatkom zakladania hľúz. Po tomto období vyžadujú zemiaky pravidelnú závlahu až do zberu a to na ľahkých pôdach dávkou aspoň 25 mm v sedem dňovom intervale, na hlinitých pôdach 30 - 35 mm po desať dňovom bez zrážkovom období. Týždenná, spotreba vody porastom koncom mája a v júni dosahuje v priemere 25,3 mm a za extrémnych teplých dní až cez 6 mm. Pri intenzívnych porastoch treba počítať s 1 - 2 závlahami v máji a 2 - 4 dávkami v júni, a zabezpečiť si i potrebný počet postrekovačov (Súbor metodík, 1981).

Zemiaky patria medzi plodiny, ktoré pre produkčný proces potrebujú dobré zásobovanie vodou. V južných regiónoch Slovenska je zavlažovanie zemiakov, najmä skorých, kľúčovým agronomickým opatrením. Súčasný odrody zemiakov sú náročné na pôdnu vodu a ekologicky sú menej stabilné. Každý vlahový deficit sa odráža v redukcii úrod. Na druhej strane závlaha prináša vysoký produkčný aj ekonomický efekt. (Jobbágy, Simoník, 2009, str. 12)

Zavlažovaním neodstraňujeme vlahový deficit v pôde, ale mu predchádzame. Intenzívny závlahový režim je charakterizovaný dolnou hranicou využiteľnej vodnej kapacity 60 % a pôdnym profilom navlažovania 30 cm pri ľahkých pôdach a 40 % pri stredne ťažkých pôdach. Z hľadiska nárokov na vlahu, kritické obdobie zemiakov predstavuje obdobie od začiatku nasadzovania hlúz pri skorých zemiakoch až do ich zberu. Pri ostatných zemiakoch do konca augusta. V našich podmienkach sa závlahová sezóna zemiakov začína začiatkom druhej dekády mája (Jobbágy, Simoník, 2009).

„Výsledky nášho i zahraničného výskumu ukazujú, že závlahová voda aplikovaná kvapkovou závlahou zvyšuje produkčný a ekonomický efekt, šetrí závlahovú vodu a pri súčasných odrodách najmä skorých zemiakov preukazne zvyšuje úrody.“ (Jobbágy, Simoník, 2009, str 13)

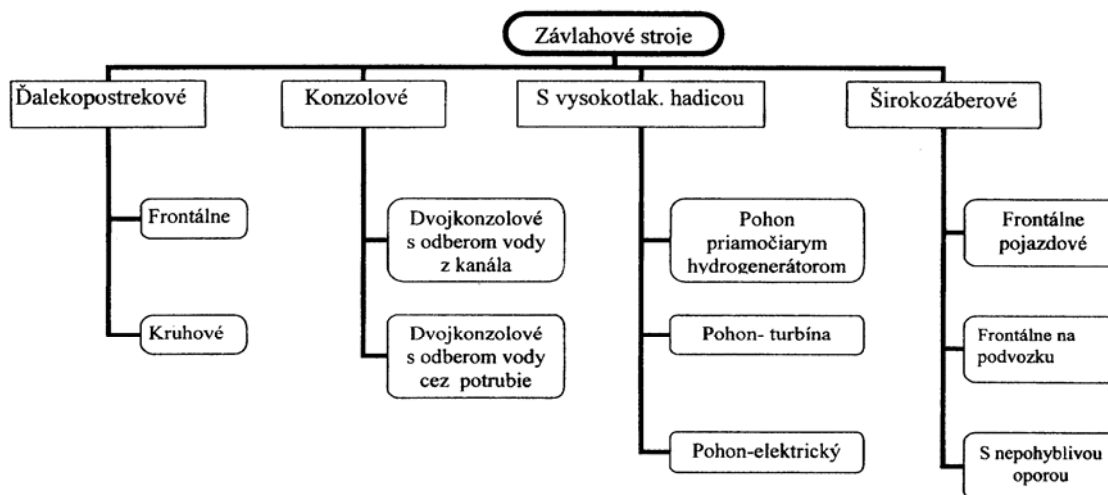
Ekonomický efekt zvyšuje i to, že skoré zemiaky umožňujú dopestovanie druhej plodiny ako napr. karfiol a iné poľné zeleniny, krmne medziplodiny a pri použití hybridov s krátkou vegetačnou dobou i kukuricu na siláž prípadne na zrno.

Na ukážku sa uvádzajú úrody zemiakov odrody Agria pri rôznych spôsoboch zavlažovania. Najlepšie úrody zemiakov sa dosiahli pri kvapkovej závlahe v jednoriadkoch. Ako druhé najlepšie boli dosiahnuté pod konzolou tiež v jednoriadku a najhoršie úrody boli pri klasickom postreku (Jobbágy, Simoník, 2009).

Treba zdôrazniť, že v podmienkach južného Slovenska, ale vôbec pestovanie veľmi skorých a skorých zemiakov, nie je efektívne pestovanie ani ekologickým spôsobom bez závlahy, t.j. dostatku vody, ktorá v prirodzenej distribúcií je pre úspešné pestovanie skorých zemiakov deficitná (Jobbágy, Simoník, 2009).

3.3.5 Technika na zavlažovanie

Zariadenia závlahového detailu zabezpečujú rozdeľovanie a dávkovanie vody na zavlažovaných pozemkoch. U nás prevažnú časť plôch zavlažujeme pásovými zavlažovačmi (Jobbágy, Simoník, 2009).



Obrázok 5 Závlahové stroje (Jobbágy, Simoník, 2009)

Pásové zavlažovače

Pásové zavlažovače sú stroje konštruované tak, že na kolesovom podvozku ukotvenom podporami je cievka s naviatou polyetylénovou hadicou, ktorá meria 200 až 600 m a má priemer od 25 až 140 mm. Rozvinutá hadica sa počas zavlažovania pomaly navíja na cievku, cez ktorú vteká do nej voda z hydrantu. Na druhom konci hadice je postrekovač na podstavci, ktorý za pohybu k cievke zavlažuje pás o šírke 20 až 80 m. Plocha zavlažovaného pásu sa rovná dĺžke hadice krát dva dostreky postrekovača. Otáčanie cievky poháňa hydromotor. Pracovný postup spočíva v tom, že stroj sa napojí na hydrant tlakového potrubia a z cievky sa odvinie polyuretánová hadica, na konci ktorej je podstavec s kruhovým alebo sektorovým postrekovačom. Na podvozku saní býva obyčajne jeden postredovač alebo sa môže použiť širokozáberová konzola. Keď vyžadujeme jemnú závlahu, najmä pri zelenine je vhodné použiť k pásovému zavlažovaču širokozáberovú koncovku. Týmto zabezpečíme rovnomernú závlahu drobnými kvapkami a navyše pracuje s nižším tlakom. Záber konzol je od 28 do 40 m, zabezpečujú rovnomernejšiu závlahu drobnými kvapkami (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).

Prvý slovenský pásový zavlažovač vyvinul výrobca závlahových strojov VÚZH Bratislava v spolupráci s SPU Nitra. Zavlažovač má dvojkoľosový podvozok, na ktorom je umiestnená cievka s navinutou hadicou s vonkajším priemerom 90 mm a dĺžkou 320 m. Zavlažovač má nastaviteľný rozchod kolies a postrekovačom KOMET TWIN 140 PLUS (obrázok 6). Má nastaviteľné navíjanie závlahovej hadice a rozsah rýchlosti stroja podľa prevodových stupňov. Na trhu so závlahovou technikou je

najvyhládavanejšia firma BAUER, G. m.b.H. VOITSBERG, Rakúsko, ktorá podniká viac ako 60 rokov. Firemný sortiment tvoria pásové zavlažovače, pivotové a frontálne zavlažovače. Majú veľkú škálu meniteľných dielov na prispôsobenie sa svojim klientom. Napríklad podvozok postrekovača môže mať kolesový statív alebo lyže, je možný široký výber typov postrekovačov, ktoré majú vymeniteľné dýzy, niektoré aj meniteľný uhol výstreku. Všetky modely majú PE hadicu z vysoko kvalitných materiálov. Veľkou výhodou je vlastná výroba hadíc a tým aj schopnosť firmy prispôbiť sa svojim zákazníkom individuálne. Dĺžka odvinutej hadice sa získava bezdotykovým meraním magnetickými senzormi umiestnenými v prevodov. Hadicu je možné rýchlo navinúť pomocou kľbového hriadeľa. Výkon zavlažovača sa volí pomocou 2-stupňovej alebo 4-stupňovej prevodovky. Zmene zaradenej rýchlosti bráni bezpečnostná západka (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).



Obrázok 6 KOMET TWIN 140 PLUS (Zavlažovač1, 2011)

Zavlažovače d'alekoprúdové

Nevyžadujú tlakový rozvod vody, pretože ju môžu odoberať i z dočasných vodných zdrojov. Nosičom je zvyčajne traktor s vysokotlakovým čerpadlom a d'alekoprúdovým postrekovačom. Dostrek vody je až 75 m. Veľkou nevýhodou je vyššia energetická náročnosť a veľké kvapky vody, ktoré poškodzujú štruktúru pôdy a rastlín. Výhodou je vyššia produktivita práce ako pri zavlažovaní prenosným detailom (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).

Širokozáberové mnohooporné zavlažovače

Širokozáberové zavlažovače sú charakteristické širokým záberom. Ich zloženie vyžaduje oporné podvozky vo väčšom počte. Na ich použitie sú potrebné vhodné

terénne podmienky, väčšie parcely bez prekážok na poli. Sú najefektívnejšie v produktivite práce. Do tejto skupiny zaradíme (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009):

- ✓ **frontálny zavlažovač valivý** (valivé potrubie) – stredom kolies je vodorozvodné potrubie s postrekovačmi, ktoré je vo výške 80 cm nad povrchom pozemku. Vodu odberá z hydrantu.
- ✓ **frontálny zavlažovač s podvozkami** rozvody s postredovačmi sú uložené na potrubí vo výške nad 2,2 m nad pozemkom. Je vhodný na zavlažovanie vysokostebelnatých plodín ako je kukurica, slnečnica. Pohyb je zabezpečený prenosom krútiaceho momentu elektromotora na podvozky. Zdrojom elektrickej energie zabezpečuje naftový generátor.



Obrázok 7 Kanálové napájanie (Zavlažovač2, 2011)

Ako ďalší príklad môžeme uviesť výrobok od firmy Bauer – Linestar 5000. Na **obrázku 7** odber vody z kanála. Vyznačuje sa nízkou energetickou spotrebou s vysokou výkonnosťou. Tento systém je určený na veľké plochy pôdy s výmerou až do 400 ha. Ďalší spôsob odberu vody je na **obrázku 8.**, kde ide o hadicové napájanie so 4-kolesovou centrálnou jednotkou. Možnosťou napájania u tohto typu je na jednej strane a v strede. Tento systém je určený pre stroje s prietokom $300 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Pri 2-kolesovej centrálnej jednotke je tento systém vysoko flexibilný a otočný (**Obrázok 8**) (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).

Univerzálny zavlažovač v rovnakom type od firmy Bauer je Centerliner 5000. Jeho výhodou je optimálne využitie plochy vďaka inteligentnému ovládaniu a vysokej flexibilitnosti použitia aj na nepravidelnom pozemku. Jeden z modelov je Centerliner CLS (**Obrázok 9**). Pri tomto type je možné manuálne nastaviť otáčanie ramena. Má dve

pevné prípojky stroja vpredu a vzadu. Druhý model Centerliner CLE je s možnosťou manuálneho otáčania ramena a prípojka hadice je flexibilná. Tretím model Centerliner CLX Multistar má flexibilné pripojenie hadice. Má 4 elektricky otočné kolesá na pootočenie centrálnej jednotky (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).



Obrázok 8 Hadicové napájanie, 4 kolesová a 2 kolesová centrálna jednotka (Zavlažovač2, 2011)



Obrázok 9 Centerliner CLS a Centerliner CLE (Zavlažovač3, 2011)

Konzolové otočné zavlažovače

Hlavnou časťou je konzolový nosník ktorý sa otáča okolo stredu umiestnenom na kolesovom podvozku. Na ramenách konzol s rovnomerne rozložené malé dýzy a na koncom konzol sú ďalekoprúdové postrekovače spravidla mierne odklonené od pozdĺžnej osi konzoly. Tieto zabezpečujú otáčavý pohyb konzol. Dĺžka konzol je od 30 do 74 m. Zavlažovač je vybavené zážihovým motorom s výkonom 24 kW (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).



Obrázok 10 Konzola na pásový zavlažovač (Zavlažovač4, 2011)

Mostové a konzolové frontálne zavlažovače

Skladajú sa z ľahkej rámovej konštrukcie zavesenej na jednom (konzolové), alebo dvoch podvozkoch (mostové). Najčastejšie sa používajú širokozáberové zavlažovače na viacerých elektrifikovaných podvozkoch. Využívajú systém gravitačného rozvodu vody vrátane ohybnej hadice napojenej na hydrant (Simoník, Růžička, Jobbágy, 2009).

3.4 Voda v pôde a infiltračná schopnosť pôdy

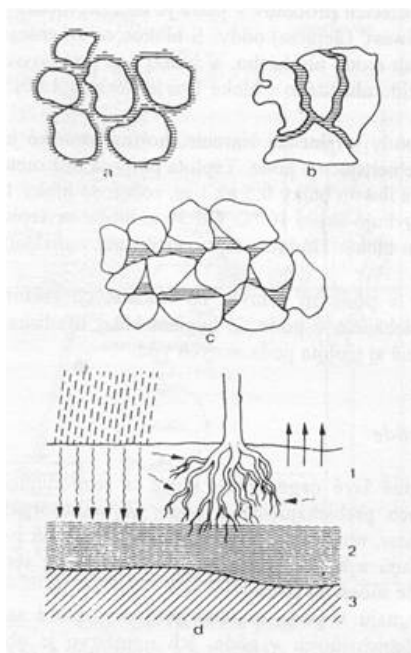
3.4.1 Voda v pôde

Voda sa vyskytuje v pôde v troch podobách.

Adsorpčná pôdna voda pevne lipne na povrchu pôdnych zŕn, je viazaná ich elektrostatickými silami. Je neoddeliteľnou súčasťou pôdnych zŕn a rastliny ani živočíchy je nemôžu využívať.

Kapilárna voda sa vyskytuje v bezštruktúrnej pôde, kde medzi veľmi nepatrnými zrnkami nie sú nijaké pôdne póry, ale iba veľmi jemné kapilárne štrbiny. Voda tu prúdi ľubovoľným smerom. Tok tejto vody vždy smeruje od vlhkých miest k suchým miestam. Za dažďa je povrch pôdy mokrá a v hĺbke je pôda suchá, preto voda prúdi do pôdy. Ak zasvieti slnko, povrch pôdy vyschne, potenciál vlhkosti sa obráti a voda prúdi z vlhkých miest v pôde nahor k suchým miestam na povrchu. Pôda rýchle vysychá a zbavená vlhky podlieha erózii.

V štruktúrnej pôde s pórmí väčšími ako 0,1 mm voda prúdi z povrchu nadol, podriaduje sa zákonom zemskej príťažlivosti. Preto ju nazývame *gravitačná voda*.



Obrázok 11 Voda v pôde (www.fpv.umb.sk)

a – adsorpčná voda, b – kapilárna voda, c – gravitačná voda, d – zrážková voda, 1 – priepustná vrstva, 2 – vododarná vrstva, 3 – nepriepustná vodonosná vrstva

Podľa vzťahu k vode rozlišujeme tri základné vrstvy pôdy:

- Najvrchnejšia je *prierodná vrstva*. Voda ňou zvolna presakuje, pôdne póry sú ako filtre, zachytia tuhé nečistoty a na povrchu pôdnych zín zostanú koloidné i mnohé rozpustné látky, ktoré voda unáša so sebou z povrchu. Tým sa voda čistí. Súčasne rozpúšťa v sebe prvky a látky obsiahnuté v pôde, obohacuje sa nimi a celkom mení svoje pôvodné vlastnosti. Časť pôdnych pórov zapĺňa vzduch, ktorý dodáva kyslík na rozklad organických i anorganických znečistenín, zanesených vodou do pôdy.

- Za prierodnou vrstvou nasleduje *vododarná vrstva*. Voda sa tu hromadí, vyplní všetky pôdne póry a keďže ďalšia vrstva jej zabráňuje prenikať hlbšie, rozlieva sa do strán.

- Najhlbšie je *vodonosná vrstva*. Tvorí ju nerozrušená materská hornina, ktorá je pre vodu nepriepustná. (www.fpv.umb.sk)

3.4.2 Infiltrácia vody do pôdy

Infiltrácia (vsakovanie) je proces vnikania vody do pôdy, najčastejšie cez jej povrch.

Okrem klasických prípadov infiltrácie vody zo zrážok, závlah alebo z topiaceho sa snehu, môže voda vsakovať do pôdy z rôznych stojatých vôd ako sú napríklad kaluže, jazerá, nádrže. Ďalšie možnosti sú cez brehy alebo dno tokov, prípadne zo vsakovacích

zariadení umiestnených pod povrchom pôdy. Z hydrologického hľadiska je najzaujímavejšia infiltrácia zo zrážok. Od intenzity infiltrácie závisí tvorba povrchového odtoku a s ním spojenej erózie pôdy. Naším cieľom je vytvoriť také podmienky, aby vsiaklo do pôdy čo najväčšie množstvo zrážok potrebných pre rastliny (Velebný a kol., 2000).

3.4.2.1 Infiltrácia do homogénnej pôdy

1. Základné charakteristiky infiltrácie

Rýchlosť infiltrácie v_i vyjadrujeme pomerom množstva vody vsiaknutej cez jednotku plochy povrchu pôdy za jednotku času (Velebný a kol., 2000):

$$v_i = \frac{dV}{A \cdot dt} \quad (3)$$

kde:

dV - je elementárny objem vody infiltrovaný do pôdy za čas dt , m^3

A - plocha, cez ktorú vsiakne objem vody dV , m^2

Výsledok sa najčastejšie vyjadruje výškou vrstvy vody, ktorá vsiakne do pôdy za jednotku času, v $mm \cdot s^{-1}$.

Celkové množstvo vody V , ktoré vsiakne do pôdy za čas Δt cez jednotku plochy povrchu pôdy od začiatku infiltrácie, nazývame *kumulatívnou (celkovou) infiltráciou i* (Velebný a kol., 2000).

Kumulatívnou infiltráciou v čase t môžeme vyjadriť:

$$i = V(t) / A \quad (4)$$

kde:

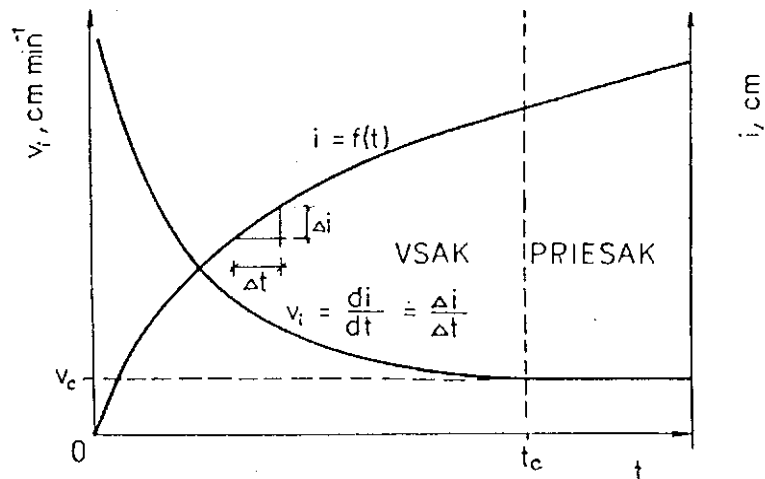
$V(t)$ - objem vody, m^3

A - plocha, cez ktorú vsiakne objem vody dV , m^2

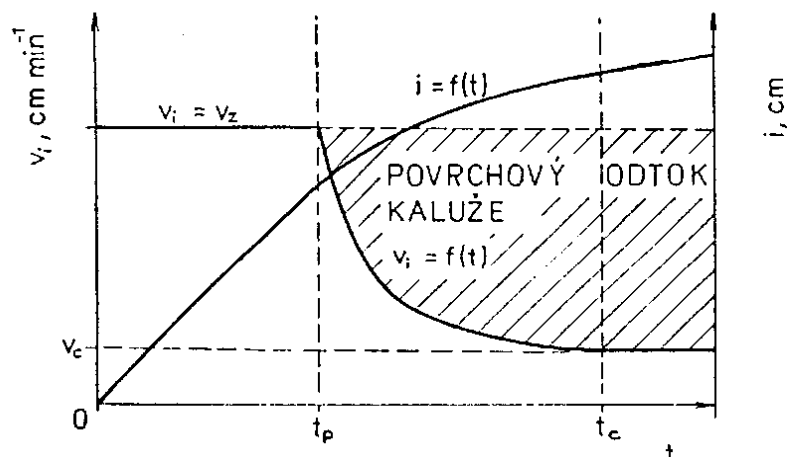
Vzťah medzi rýchlosťou infiltrácie v_i a kumulatívnou infiltráciou i je **obrázok 12**.

$$i = \int_0^i v_i dt \Rightarrow v_i = \frac{di}{dt} \quad (5)$$

Závislosť medzi intenzitou infiltrácie v_i a časom t je infiltračná čiara - $v_i = f(t)$. Čiara kumulatívnej infiltrácie je vzťah medzi celkovým objemom vody infiltrovanej do pôdy cez jednotkovú plochu pôdy i a časom t - $i = f(t)$, (**obrázok 12 a obrázok 13**) (Velebný a i., 2000).



Obrázok 12 Infiltračná čiara $v_i = f(t)$ a čiara kumulatívnej infiltrácie $i = f(t)$ pre infiltráciu z výtopy (Velebný a i., 2000)



Obrázok 13 Infiltračná čiara $v_i = f(t)$ a čiara kumulatívnej infiltrácie $i = f(t)$ pre infiltráciu zo zrážky alebo závlahy (Velebný a i., 2000)

2. Infiltrácia zo zrážok alebo zo závlahy postrekom

Hydrologický najvýznamnejší a najčastejší typ infiltrácie je infiltrácia z dažďa. Je to vsakovanie kvapiek vody dopadajúcich náhodne na povrch pôdy. Voda, vsakujúca do pôdy, vytláča z pórov vzduch, ktorý uniká na povrch pôdy. Nedochoádza k uzatváraniu a stláčaniu vzduchu v pôde v takej miere, aby sa preto výrazne zmenšovala rýchlosť infiltrácie, ako je to pri infiltrácii z výtopy (Velebný a i., 2000).

Pri daždi s konštantnou intenzitou vz infiltruje spočiatku voda do pôdy spravidla intenzitou rovnajúcou sa intenzite dažďa $v_i = v_z$ (**obrázok 13**). Rýchlosť infiltrácie sa neskôr pri pretrvávajúcich zrážkach začne znižovať a na povrchu pôdy sa začnú tvoriť kaluže alebo voda začne odtekať. Čas začiatku tvorby kaluží sa nazýva časom výtopy t_p . **Obrázok 14** predstavuje vrstvu zrážkovej vody, ktorá za čas t nevstiahne do pôdy, ale odtečie alebo vytvorí kaluže (Velebný a i., 2000).

3. Infiltrácia z výtopy

Infiltrácia vody z výtopy nastáva vtedy, ak je počas infiltrácie povrch pôdy pokrytý súvislou vrstvou vody. Počas infiltrácie vody z výtopy, vzduch z pôdy nemôže voľne unikať, stláča sa pred infiltračným čelom, a preto sa rýchlosť infiltrácie znižuje a je preto v rovnakých podmienkach menšia, ako pri infiltrácii z dažďa (Velebný a i., 2000).

Infiltrácia z výtopy je v prírode pomerne zriedkavá, môžeme ju zaznamenať pri infiltrácii vody z trvalé alebo dočasne zaplavených plôch. Na **obrázku 12** je znázornená infiltračná čiara $v_s = f(t)$ a čiara kumulatívnej infiltrácie $i = f(t)$ z výtopy. V porovnaní s **obrázkom 13** (infiltrácia zo zrážok) vidíme rýchly pokles závislosti $v_i = f(t)$ od začiatku infiltrácie (Velebný a i., 2000).

4. Vlhkostné profily počas infiltrácie

Prenikanie vody do pôdy cez jej povrch možno pozorovať ako postup tmavšej oblasti (s väčšou vlhkosťou) smerom nadol. Rozhranie medzi tmavšou - vlhkejšou časťou pôdneho profilu a suchšou pôdou s počiatočnou vlhkosťou pôdy sa nazýva čelo zvlhčenia (čelo omáčania, čelo infiltrácie) (Velebný a i., 2000).

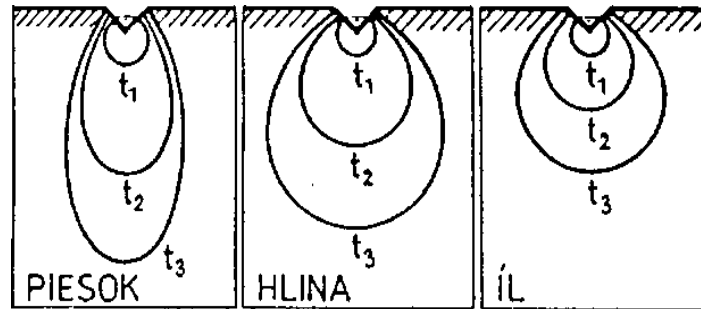
Nad čelom zvlhčenia je oblasť relatívnej nemennej vlhkosti nazývaná oblasťou prenosu (Velebný a i., 2000).

5. Rozdelenie vlhkosti v pôde počas infiltrácie

V prípade, ak infiltrácia sa nerozkladá rovnomerne ale prebieha v bode (kvapková závlaha), alebo v priamke (brázdový podmok), bude rozdelenie vlhkosti v pôde počas infiltrácie v horizontálnom smere nerovnomerné (Velebný a i., 2000).

Na **obrázku 14** je schéma rozdelenia vlhkosti počas infiltrácie z brázdy pre tri druhy homogénnych pôd v troch po sebe nasledujúcich časoch. Z obrázku vyplýva, že

výrazný vplyv gravitačnej zložky celkového potenciálu pôdnej vody v piesočnatej pôde spôsobujú "pretiahnutie" vlhkostných profilov nadol. V hlinitých pôdach je tento efekt menej výrazný a najmenej výrazný je v ťažkých, ílových pôdach, kde je postup čela infiltrácie do priestoru najrovnomernejší, no aj najpomalší (Velebný a i., 2000).



Obrázok 14 Rozdelenie vlhkosti počas infiltrácie vody z brázdy do piesku, hlinitej a ílovej pôdy (Velebný a i., 2000)

6. Vplyv uzavretého vzduchu v pôde na infiltráciu

V teórii infiltrácie sa predpokladá, že rozdiely medzi tlakmi vzduchu v póroch pôdy sú zanedbateľné, vzduch môže z pórov uniknúť na povrch a tlak pôdneho vzduchu sa rovná atmosférickému. Tento predpoklad platí hlavne pre infiltráciu zo zrážok pre časy infiltrácie menšie, ako je čas výtopy. V niektorých prípadoch môže pôdny vzduch výrazne ovplyvniť rýchlosť infiltrácie. Sú to najmä tieto prípady (Velebný a i., 2000):

a) Obmedzenie úniku vzduchu z pôdy

Ak voda z výtopy vsakuje do pôdy pri vysokej hladine podzemnej vody alebo ak je v pôdnom profile vrstva pôdy s vysokou vlhkosťou, postupujúce čelo omáčania stláča pôdny vzduch medzi oboma oblasťami s veľkou vlhkosťou. Stlačený vzduch spomaľuje postup čela omáčania dovtedy, kým tlak vzduchu dosiahne hodnotu potrebnú pre vytlačenie vody z pórov h_v . Potom vzduch vytlačí vodu z časti pórov a vyjde do atmosféry. Jeho tlak sa zmenší, čo spôsobí dočasné zväčšenie rýchlosti infiltrácie. Tento jav je známy ako "kvetináčový efekt", pretože je ľahko pozorovateľný pri polievaní kvetov, kedy dochádza k výtope (Velebný a i., 2000).

b) Uzavretie vzduchu v póroch pôdy

Pri nerovnomernej rýchlosti infiltrácie v objeme pôdy dochádza často k uzavretiu vzduchu v póroch, pričom tlak uzavretého vzduchu môže byť odlišný a môže spôsobiť lokálne transporty vody v pôde. Tento problém súvisí s priestorovou rôznorodosťou pôdnych charakteristík (Velebný a i., 2000).

c) Rozpúšťanie vzduchu v pôde

Pretože množstvo rozpusteného vzduchu v pôdnej vode závisí od tlaku a teploty vody, pri ich zmenách dochádza aj k zmene obsahu vzduchu vo vode. Tento jav vedie k rozpúšťaniu uzamknutého vzduchu alebo k tvorbe a rozširovaniu vzduchových bublín v pôde. Infiltrácia prevzdušnenej vody zo zrážok, alebo závlah zväčšuje množstvo uzavretého vzduchu v pôde, čo zhoršuje priepustnosť pôdy pre vsakovanie vody (Velebný a i., 2000).

3.4.2.2 Infiltrácia vody do nehomogénnej pôdy

1. Preferované prúdenie vody a roztokov v pôde

Väčšina prirodzených pôd nie je homogénna (rovnorodá) ani izotropická (t.z. vodivá všetkými smermi rovnako), z čoho vyplýva, že v prirodzených pôdach je prúdenie tekutín skôr heterogénne. Typickým príkladom je infiltrácia vody do pôd. Voda nevsakuje rovnomerne, ale vytvára nerovnomerné "prstovité" čelo omáčania. V homogénnych pôdach voda infiltruje rovnomerne, vytvára dobre viditeľné čelo omáčania (čelo infiltrácie). V ideálnom prípade môžeme hovoriť o krabicovom profile vlhkosti pôdy počas infiltrácie (Velebný a i., 2000).

V niektorých pôdach preferované prúdenie prebieha cez veľké póry vo vodou nenasýtenej pôdnej "matrici", tento proces sa nazýva anglicky "bypass flow" alebo "short circuiting", čo je možné voľne preložiť ako "obtekanie", alebo "krátke spojenie". Je to také prúdenie, pri ktorom tekutina využíva veľkú hydraulickú vodivosť veľkých pórov a takto skraca čas na transport vody cez pôdu. Obtečie malé póry s malou hydraulickou vodivosťou, ktoré sú dôsledkom usporiadania častíc tuhej fázy pôdy. Blok pôdy, bez makropórov, v ktorom sú póry tvorené len priestorovými štruktúrami vyplývajúcimi z usporiadania častíc textúry pôdy nazývame "matrix" čo znamená pôdnou maticou (Velebný a i., 2000).

Výsledkom veľmi rýchleho prúdenia cez tieto veľké póry je, že roztok môže rýchlo dosiahnuť veľké hĺbky vo veľmi krátkom čase od začiatku zrážky. Výskyt preferovaného prúdenia je v každej pôde iný. Najviac sa prejavuje preferované prúdenie v pôdach s puklinami, menej významne v pieskoch a sprašiach (Velebný a i., 2000).

2. Preferované prúdenie v neštruktúrnych pôdach: *fingering*

V neštruktúrnych pôdach, t.j. v pôdach ktoré netvorí agregáty, ako sú piesočnaté pôdy, dochádza počas infiltrácie k javom, ktoré sú typické nestabilitou čela omáčania. Čelo omáčania počas infiltrácie sa môže rozpadnúť do tzv. "prstov" - fingers, ktoré sú oblasťou preferovaných ciest. Môžu byť výsledkom týchto javov (Velebný a i., 2000):

- **zmena textúry pôdy**, t.j. nad vrstvou pôdy s pomerne veľkou hydraulickou vodivosťou je vrstva s malou hydraulickou vodivosťou

- **hydrofóbnosť** piesočnatých pôd je rozdelená nerovnomerne, spôsobujúca tvorbu preferovaných ciest počas dažďa po dlhom suchu

3.4.3 *Metódy merania infiltrácie*

Infiltráciu možno merať niekoľkými metódami ako je blokový brázdový infiltrometer, prstencový infiltrometer, resp. prístrojmi ktoré merajú prítok a odtok (Davis, Frey, 1963). Najpoužívanejším sa stal prstencový infiltrometer. Je jednoduchý, nenákladný a celé zariadenie infiltrometra je ľahko prenosné (Hills, 1970).

Meranie infiltrácie sa líšia druhom a spôsobom aplikácie vody na povrch pôdy. Existujú 3 najzákladnejšie spôsoby merania infiltrácie (Schulin, 1995):

Nádržková metóda: voda vsakuje zvyčajne v dvoch sústredných valcoch alebo vo veľkých infiltrometroch rôznych pôdorysných tvarov. Prstence s dostatočnou veľkosťou sa po vtláčení pár centimetrov do pôdy zaplnia vodou. Pokles hladiny sa meria vo vnútornom valci, pričom medikružie infiltrometra má zachovávať súvislé prúdnice pod vnútorným valcom.

Tenziometrická metóda: pri tejto metóde merania vsakovania prechádza voda pri vsakovaní cez pórovitú platňu s nízkou priepustnosťou. Tým sa zabezpečí na povrchu pôdy konštantných nasávací tlak a infiltrácia je meraná pri nenasýtenom stave pôdy.

Metóda zadažďovania: pri metóde zadažďovania sú merania infiltrácie vykonané nepriamym spôsobom. Meranie vykonáva pomocou simulátora dažďa.

3.4.4 *Vplyv zhutňovania pody na jej infiltrčné vlastnosti*

Zhutnenie pôdy sa týka vyše tretiny celej výmery poľnohospodárskej pôdy. Prejav zhutnenia si vyžaduje hlbšie poznanie tohto javu pre pestovateľov, treba hovoriť o jeho príčinách a dôsledkoch a konkrétne o všetkých opatreniach, ktoré sa dajú realizovať v

pôdno-ochrannom obhospodarovaní. Zhutnenie predovšetkým redukuje infiltráciu vody do pôdneho profilu a retenčnú kapacitu, obmedzuje rast koreňového systému, obmedzuje prienik vzduchu do pôdy a výmenu pôdneho vzduchu, čím dochádza k narušeniu základných ekologických a produkčných funkcií takto postihnutých pôd. Za ostatných 30 rokov vzrástla hmotnosť poľnohospodárskych mechanizmov a dopravných prostriedkov o 50 až 150 percent, čo znamená výrazné zvýšenie merného tlaku mechanizmov na pôdu (Infiltrácia1, 2010).

Prejavy zhutnených pôd:

- správajú sa podobne ako ťažké pôdy, t.j. ťažko sa obrábajú,
- majú zhoršený vodorozpustný režim,
- trpia nedostatočnou vsakovacou schopnosťou, čo znamená dočasne zamokrené miesta po dažďoch na rovinách alebo výskyt nadmerne erodovaných plôch na svahoch,
- silný prísušok na povrchu pôdy, široké pôdne trhliny v čase sucha,
- zakoreňovanie rastlín je obmedzené, porasty sú nevyrovnané.

Najčastejšou chybou farmárov v snahe dodržať agrotechnické termíny je prejazd ťažkých mechanizmov na poli za nadmernej vlhkosti pôdy, keď je najzraniteľnejšia. Farmári by mali venovať zvýšenú pozornosť počtu prejazdov najmä pri pestovaní koreňových plodín, ako sú cukrová repa, zemiaky, mrkva, petržlen, paštrnák a mnoho ďalších. Aj pri zostavovaní súprav poľnohospodárskych mechanizmov treba zväžiť, čo znesie pôda. Znamená to, že musíme mať na zreteli konkrétne vlastnosti pôdy, vlhkosť režim ako aj fyzikálno-mechanické charakteristiky danej pôdy. Je to predovšetkým znalosť typu a druhu pôdy, sklonu pozemku a ostatných vlastností územia. Z hľadiska zrnitosti pôdy najvyššiu tendenciu na zhutnenie majú ťažké pôdy a stredne ťažké pôdy s vysokým obsahom prachu v ornici a zvýšeným obsahom ílu v podornici. Tieto pôdy trpia často prejavmi glejových procesov alebo prítomnosťou ťažko priepustných vrstiev v pôdnom profile (Infiltrácia1, 2010).

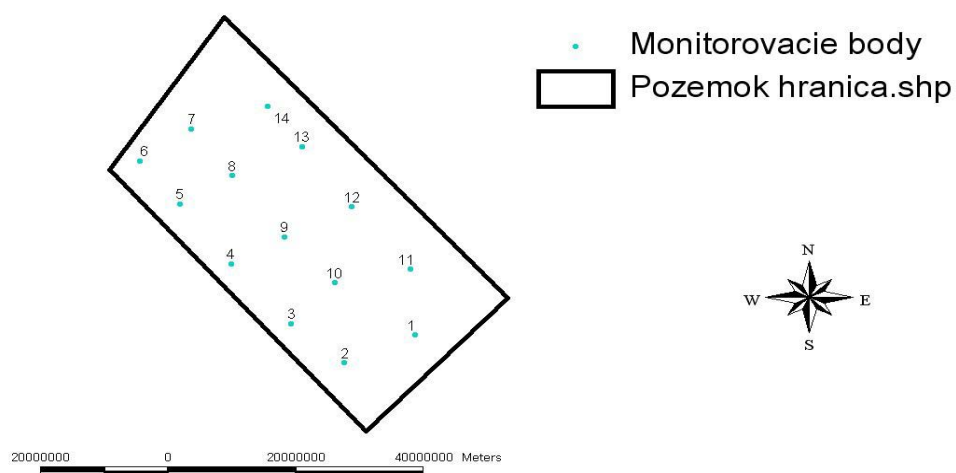
3.5 Praktické merania v poľnohospodárskom podniku

Poľné merania boli vykonané na poľnohospodárskom podniku Zdenek Černay. Na **obrázku 15** je zobrazená ortofotomapa zameraného pozemku. Pôda bola ílovito-hlinitá.

Na meranie sa použil Minidisk infiltrometer. Rozloha pozemku bola 8,7 ha a počet monitorovacích bodov bol 14 (**obrázok 16**). Podľa manuálu sa hodnota h_0 na infiltrometry nastavila na predpísanú hodnotu podľa typu pôdy.



Obrázok 15 Ortofotomapa zúčastneného územia

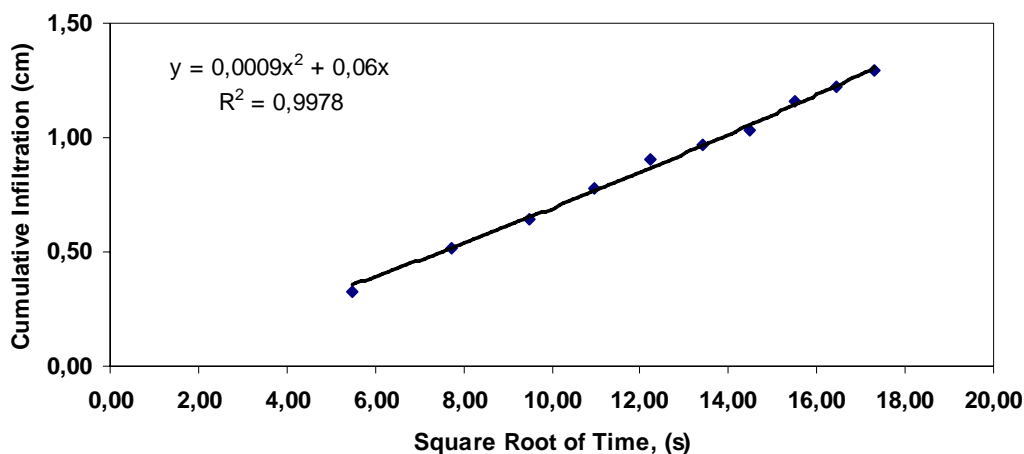


Obrázok 16 Zameraný pozemok a poloha monitorovacích bodov

Po nameraní všetkých hodnôt a ich zapísaní do tabuľky sa pristúpilo spracovaniu výsledkov. Ako príklad sa z 14 monitorovacích bodov popíše len jeden výstupný graf závislosti kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (**obrázok 17**). Zvolil sa monitorovací bod s číslom 1. Z výsledkov je zrejmé, že kumulatívna infiltrácia sa pohybovala v rozpätí 0,32 až 1,29 cm.

Avšak po vypočítaní hydraulickej vodivosti k podľa vzorca sa preukázali rozdiely. Parameter C_I je daný sklonom krivky (**obrázok 17**). Z manuálu sa pre daný typ pôdy určila hodnota parametra A . Pôda bola ílovito-hlinitá. Hodnota koeficientu

A bola 7,4. Tabuľka 5 uvádza vypočítané hodnoty hydraulickej vodivosti k . Hodnoty sa pohybovali od $-31 \cdot 10^5$ do $125 \cdot 10^5$. V piatich monitorovacích bodoch bola hodnota záporná. Bolo to spôsobené tým, že sa hodnoty hladiny vody v spodnom valci nemenili pri 7 až 9 odčítavaní (monitorovací bod 5) a potom sa opäť menili. Grafické zhodnotenie infiltrácie závislosťou kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnine času v ostatných monitorovacích bodoch sa uviedli v prílohe (**obrázok 18 až obrázok 30**).



Obrázok 17 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnine času (Bod 1)

Tabuľka 5 Hydraulická vodivosť k v jednotlivých monitorovacích bodoch

bod	C1	A	k
1	0,0009	7,4	0,000121622
2	0,0002	7,4	2,7027E-05
3	0,0004	7,4	5,40541E-05
4	0,0019	7,4	0,000256757
5	-0,0008	7,4	-0,000108108
6	-0,0015	7,4	-0,000202703
7	-0,0013	7,4	-0,000175676
8	-0,0016	7,4	-0,000216216
9	0,0035	7,4	0,000472973
10	0,0032	7,4	0,000432432
11	0,005	7,4	0,000675676
12	0,0093	7,4	0,001256757
13	0,0026	7,4	0,000351351
14	-0,0023	7,4	-0,000310811

4 ZÁVER

Pre zhodnotenie stavu pôdy v podmienkach rozsiahlych pozemkov nie je možné sa uspokojiť s jednou priemernou hodnotou vybranej vlastnosti pôdy. Preto je treba zaviesť aj zásady presného poľnohospodárstva a uskutočniť merania v niekoľkých bodoch. Prvým krokom bolo zameranie pozemku. Druhým stanovenie počtu a rozmiestnenia monitorovacích bodov. Zvolenou vlastnosťou pôdy v našom prípade bola infiltráčna schopnosť pôdy. Infiltráciu pôdy je možné merať s niekoľkými spôsobmi. Jedna z najrýchlejších a najjednoduchších je meranie s tzv. Minidisk infiltrometrom. Spotreba vody oproti ostatným metódam je okolo 135 ml. Počet zvolených monitorovacích bodov bolo 14 na rozlohe pozemku 8,7 ha. Hodnoty hydraulickej vodivosti boli pri našich meraniach aj s kladnou aj so zápornou hodnotou (C_1 – parameter funkcie súvisiacej s hydraulickou vodivosťou).

5 ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

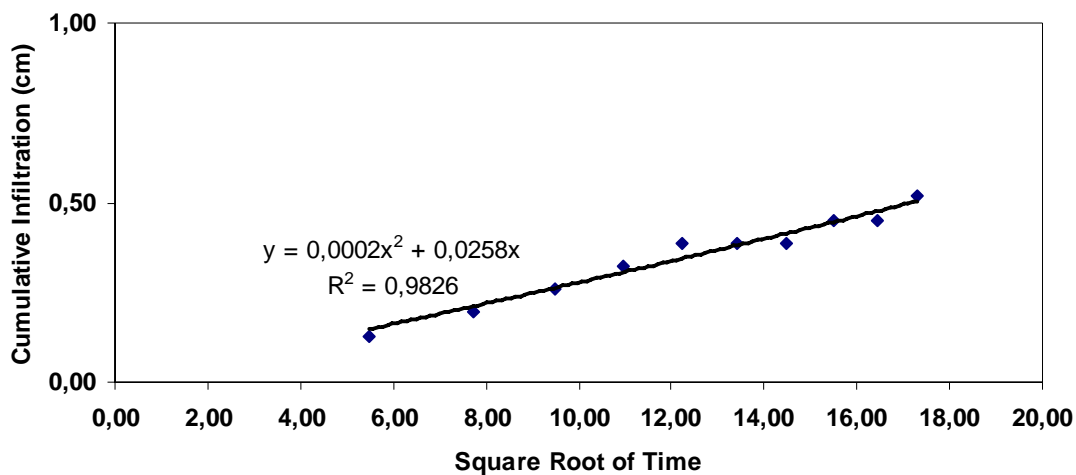
1. DAVIS, J.R. – FREY, A.W. 1963. Measurement of infiltration rates in irrigated furrows. In: Transactions of the ASAE, roč. 6, 1963, č. 4
2. HULLS, C.R. 1970. The determination of the infiltration capacity of field soil using cylinder infiltrometer. In: British Geomorphological Research Group. Tech. Bull. No. 3, 1970
3. JOBBÁGY, J - SIMONÍK, J 2009. Zavlažovanie pásovými zavlažovačmi v systéme presného poľnohospodárstva. In: Vedecká monografia, SPU Nitra, 2009, ISBN 978-80-552-0201-3
4. SIMONÍK, J – RŮŽIČKA, M – JOBBÁGY, J 2009. Stroje pre zemné a melioračné práce. ISBN 978-80-552-0251-8
5. SCHULIN, R. 1995. Bodenschutz-Kutz, Institut f. Terrestrische Ökologie. ETHZ, 1995
6. VELEBNÝ, V. a i. 2000. Vodný režim pôdy. STU Bratislava, 2000, ISBN 80-227-1373-2
7. VÝSKUMNÝ ÚSTAV ZÁVLAHOVÉHO HOSPODÁRSTVA, 1981. Súbor metodík pestovania jednotlivých plodín v závlahových podmienkach. Agrokomplex - Výstavníctvo SCPV, úč.org. Nitra

Online odkazy:

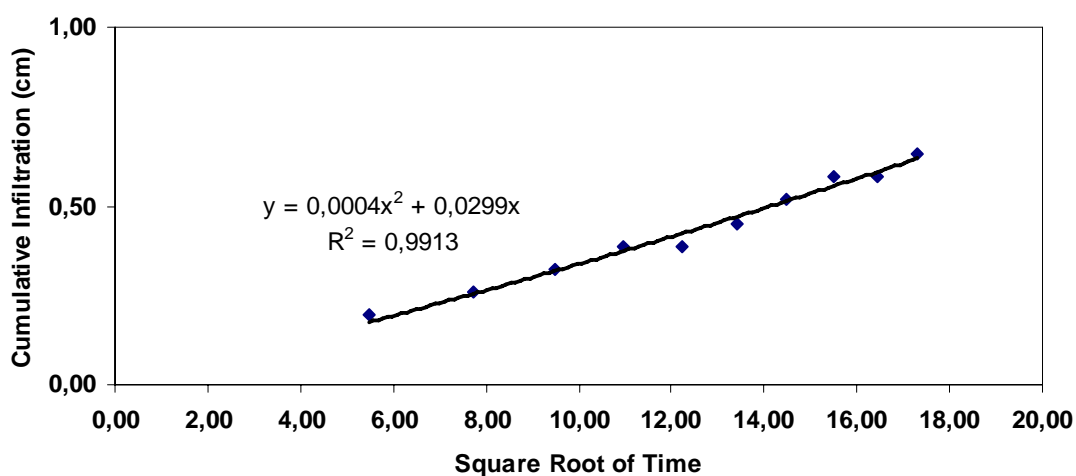
1. Čeranay1. [2009] [online] [2010-12-15] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=CISLAFAKTY>
2. Čeranay2. [2009] [online] [2010-12-15] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=ABOUT>
3. Čeranay3. [2009] [online] [2010-12-15] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=RAST>
4. Čeranay4. [2009] [online] [2010-12-20] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=VODA>
5. Čeranay5. [2009] [online] [2010-12-20] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=PODA>
6. Čeranay6. [2009] [online] [2010-12-20] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=KLIMA>
7. Čeranay7. [2009] [online] [2010-12-26] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=TECHNIKA>
8. Čeranay8. [2009] [online] [2010-12-26] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=SKLAD>
9. Čeranay9. [2009] [online] [2010-12-26] Dostupné na internete: <http://cernay.sk/Article.aspx?article=KAMIONY>
10. Infiltrácia1. [2007] [online] [2010-11-29] Dostupné na internete: <http://www.agroserver.sk/news/polnohospodarske-stroje-zhutnenie-znehodnocuje-podu.html>
11. Infiltrimeter1. [s.a.] [2010-12-28] Dostupné na internete: <http://svt.pi.gin.cz/vuzt/publ/P2008/040.PDF>
12. Infiltrimeter2. 2011 [s.a.] [2011-13-04] Dostupné na internete: http://www.scottech.net/pages/products/decagon/mini_disk_infiltrimeter/
13. Navigátor1. 2011 [s.a.] [2011-13-04] Dostupné na internete: <http://handheldgpsforsale.co.cc/author/handheld/page/5/>

-
14. Zavlažovač1. 2011 [s.a.] [2011-13-04] Dostupné na internete:
<http://www.jains.com/irrigation/popups%20and%20sprinklers/jain%20komet%20bv%20Org%20mt%20140%20plus.htm>
 15. Zavlažovač2. 2011 [s.a.] [2011-13-04] Dostupné na internete:
http://www.bauer.sk/p_zt_linestar5000.htm
 16. Zavlažovač3. 2011 [s.a.] [2011-13-04] Dostupné na internete:
http://www.bauer.sk/p_zt_centerliner5000.htm
 17. Zavlažovač4. 2011 [s.a.] [2011-13-04] Dostupné na internete:
http://www.agrovaria.sk/zavlazne_systemy/velke_pasove_zavlazovace.htm
 18. Zemiak1. 2010 [2010] [online] [2010-11-11] Dostupné na internete:
http://sk.wikipedia.org/wiki/Luľok_zemiakový
 19. Zemiak2. 2010 [s.a.] [online] [2010-11-10] Dostupné na internete:
<http://www.agroporadenstvo.skrvochranazemiakyskl.htmstart>

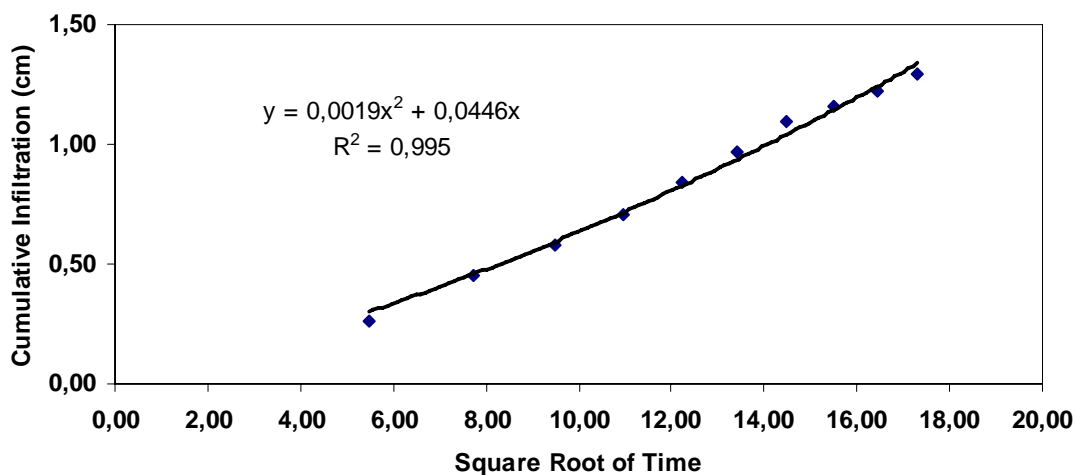
6 PRÍLOHY



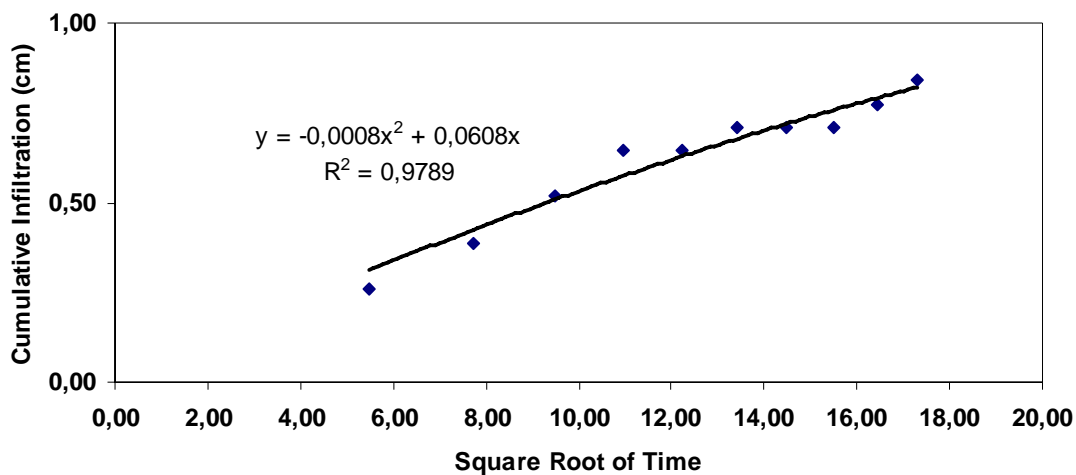
Obrázok 18 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnine času (Bod 2)



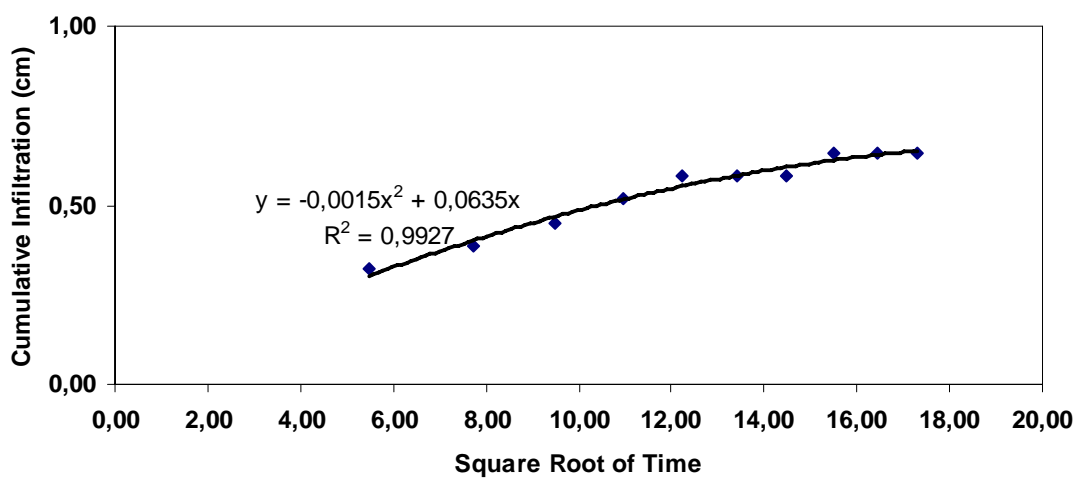
Obrázok 19 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnine času (Bod 3)



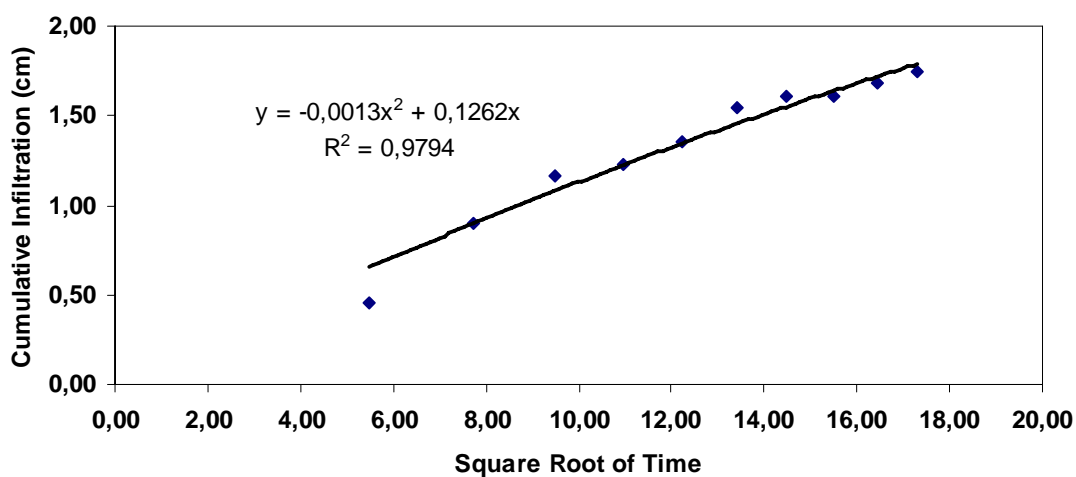
Obrázok 20 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnine času (Bod 4)



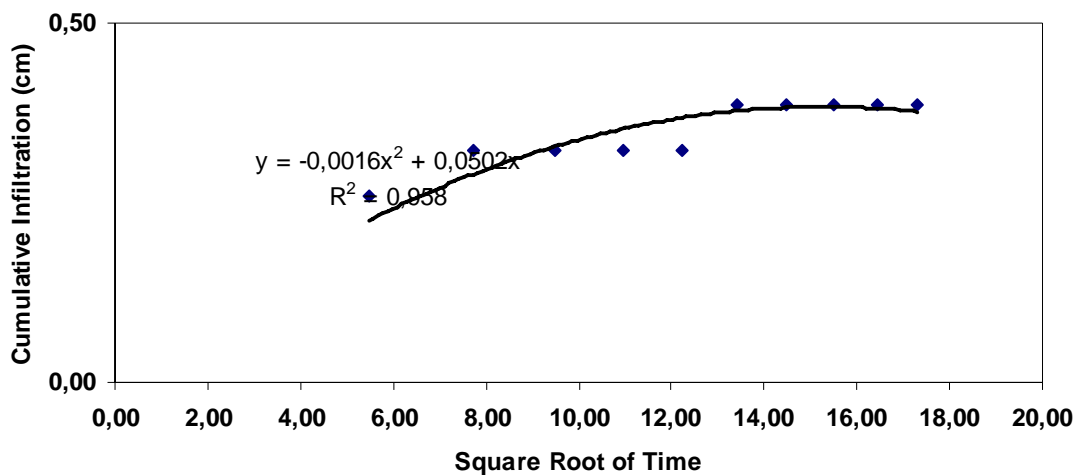
Obrázok 21 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 5)



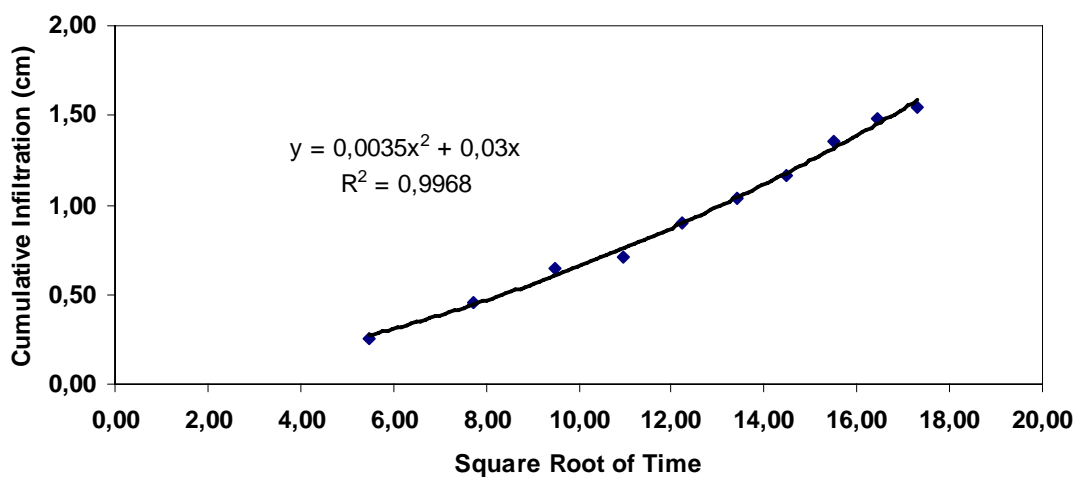
Obrázok 22 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 6)



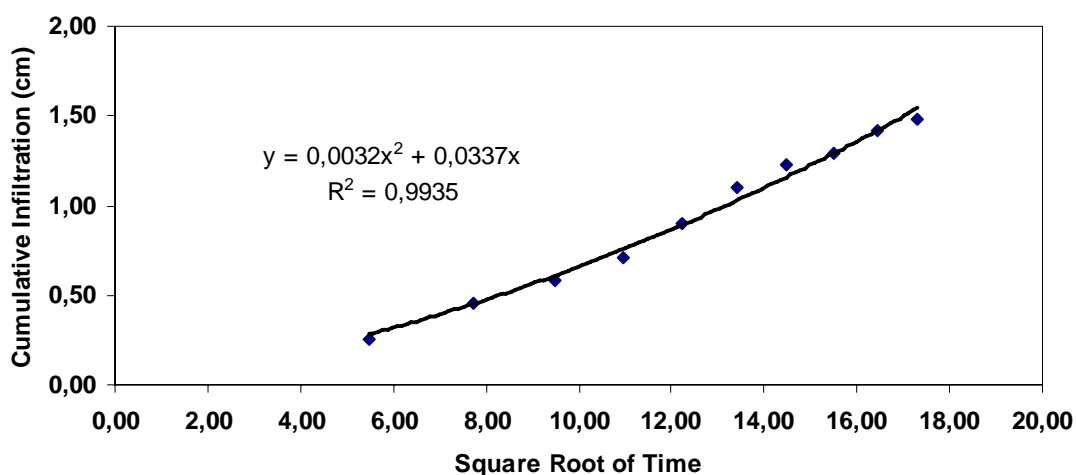
Obrázok 23 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 7)



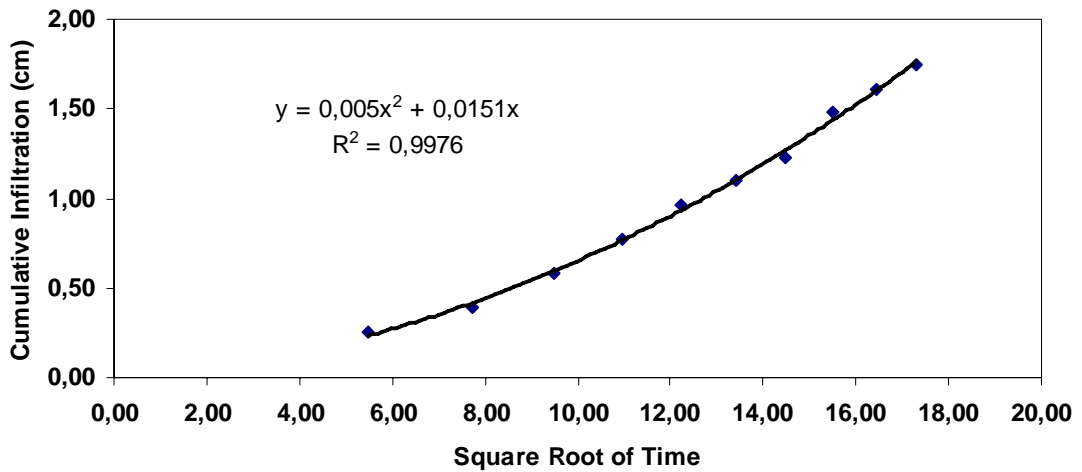
Obrázok 24 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 8)



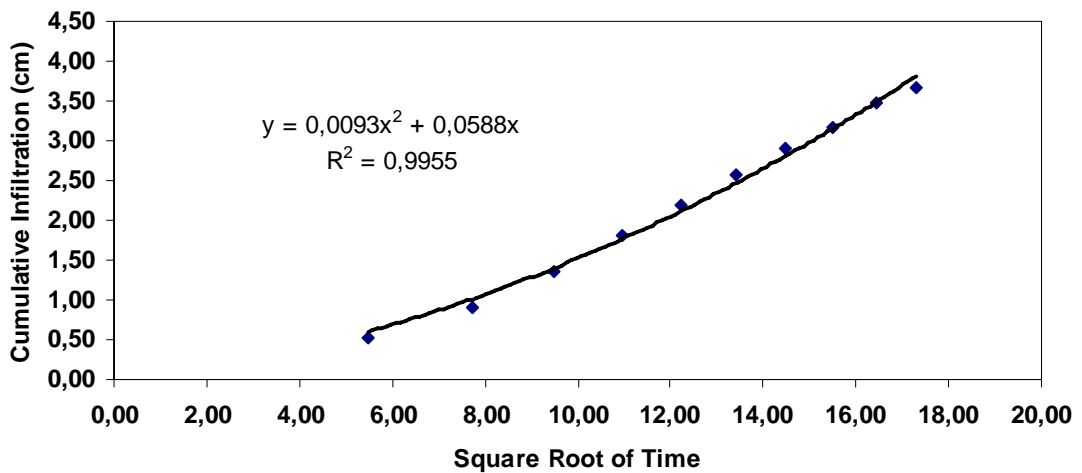
Obrázok 25 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 9)



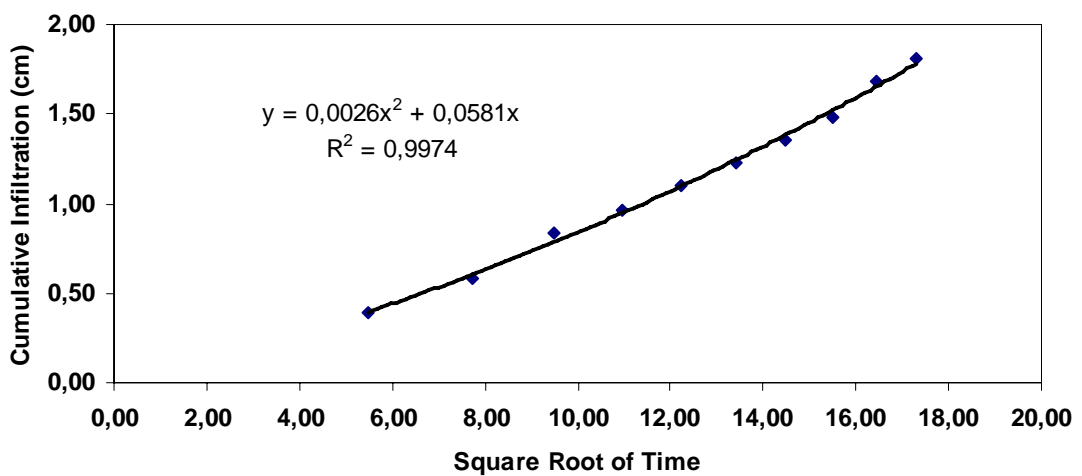
Obrázok 26 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 10)



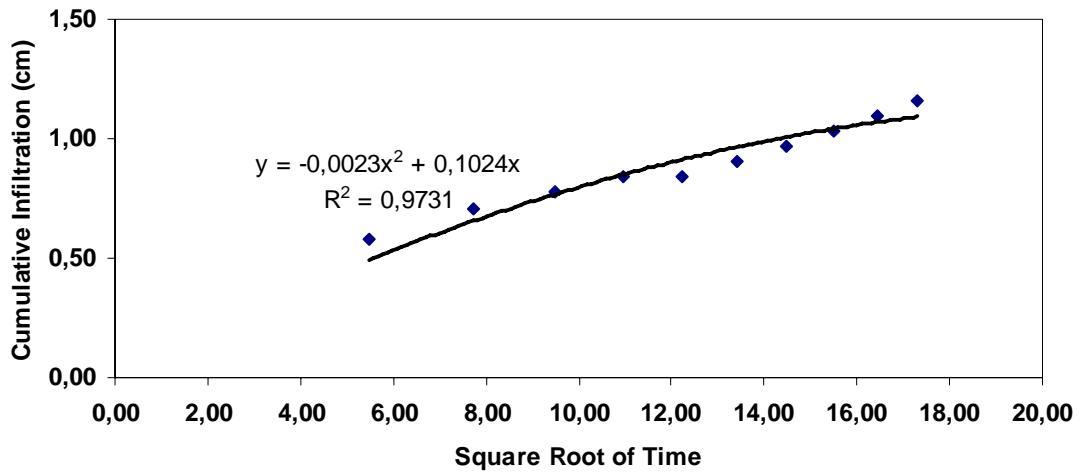
Obrázok 27 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 11)



Obrázok 28 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 12)



Obrázok 29 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 13)



Obrázok 30 Závislosť kumulatívnej infiltrácie vody na odmocnине času (Bod 14)